2e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1891

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE PROBLÈME DES TROIS CORPS

La loi de Newton est la plus simple de toutes les lois physiques; mais elle a pour expression mathématique une équation différentielle, et pour obtenir les coordonnées des astres, il faut intégrer cette équation. Ce problème est un des plus difficiles de l'Analyse, et malgré les recherches persévérantes des géomètres, il est encore bien loin d'être résolu.

I

Quel sera le mouvement de n points matériels, s'attirant mutuellement en raison directe de leurs masses et en raison inverse du carré des distances? Si $n = 2$, c'est-à-dire si l'on a affaire à une planète isolée et au Soleil, en négligeant les perturbations dues aux autres planètes, l'intégration est facile; les deux corps décrivent des ellipses, en se conformant aux lois de Képler. La difficulté commence si le nombre n des corps est égal à trois; le *problème des trois corps* a défié jusqu'ici tous les efforts des analystes.

L'intégration complète et rigoureuse étant manifestement impossible, les astronomes ont dû procéder par approximations successives; l'emploi de cette méthode était facilité par la petitesse des masses des planètes, comparées à celle du Soleil. On a donc été conduit à développer les coordonnées des astres suivant les puissances croissantes des masses.

Ce mode de développement n'est pas sans inconvénient; je n'en citerai qu'un : supposons qu'il entre dans l'expression d'une de ces coordonnées un terme périodique dont la période soit très longue, et d'autant plus longue que les masses troublantes sont plus petites, et développons ce terme suivant les puissances croissantes des masses; quelque loin que nous poussions l'approximation, la valeur approchée de ce terme ira en croissant indéfiniment, tandis que la vraie valeur reste toujours finie. C'est ainsi qu'en développant $\sin mt$ suivant les puissances croissantes de m et négligeant les termes en m^3, on trouve $mt - \frac{1}{6}m^3t^3$, polynôme susceptible de croître indéfiniment, tandis que $\sin mt$ est toujours plus petit que 1. La véritable nature de la fonction est donc complètement dissimulée.

Cette méthode a été cependant jusqu'ici très suffisante pour les besoins de la pratique; les masses sont, en effet, tellement petites qu'on peut, le plus souvent, négliger leurs carrés et se borner ainsi à la première approximation.

Mais on ne peut espérer qu'il en soit toujours ainsi; il ne s'agit pas seulement, en effet, de calculer les éphémérides des astres quelques années d'avance pour les besoins de la navigation ou pour que les astronomes puissent retrouver les petites planètes déjà connues. Le but final de la Mécanique céleste est plus élevé; il s'agit de résoudre cette importante question : la loi de Newton peut-elle expliquer à elle seule tous les phénomènes astronomiques? Le seul moyen d'y parvenir est de faire des observations aussi précises que possible, de les prolonger pendant de longues années ou même de longs siècles et de les comparer ensuite aux résultats du calcul. Il est donc inutile de de-

mander au calcul plus de précision qu'aux observations, mais on ne doit pas non plus lui en demander moins. Aussi l'approximation dont nous pouvons nous contenter aujourd'hui deviendra-t-elle un jour insuffisante. Et, en effet, en admettant même, ce qui est très improbable, que les instruments de mesure ne se perfectionnent plus, l'accumulation seule des observations pendant plusieurs siècles nous fera connaître avec plus de précision les coefficients des diverses inégalités.

On peut donc prévoir le moment où les méthodes anciennes, malgré la perfection que leur a donnée Le Verrier, devront être abandonnées définitivement. Nous ne serons pas pris au dépourvu. Delaunay, Hill, Gyldén, Lindstedt ont imaginé de nouveaux procédés d'approximation successive plus rapides et plus satisfaisants à tous égards que les anciens; en particulier, ils se sont affranchis de l'inconvénient que je signalais plus haut.

Les développements auxquels ils parviennent pourraient même être regardés comme une solution complète du problème des trois corps, si la convergence en était établie. Il n'en est malheureusement pas ainsi.

Faute de cette convergence, ils ne peuvent pas donner une approximation indéfinie; ils donneront plus de décimales exactes que les anciens procédés, mais ils n'en donneront pas autant qu'on voudra. Si on l'oubliait, on serait conduit à des conséquences erronées. On en serait vite averti, d'ailleurs, car ces conséquences ne seraient pas les mêmes, selon qu'on appliquerait les méthodes de Delaunay ou celles de Lindstedt, et ces contradictions suffiraient pour montrer qu'un au moins des deux développements n'est pas convergent.

II

Ne peut-on cependant établir aucun résultat relatif au mouvement des trois corps avec cette absolue rigueur à laquelle les géomètres sont habitués? S'il est possible d'en découvrir, ne pourrait-on y trouver un terrain solide sur lequel on s'appuierait pour marcher à de nouvelles conquêtes? N'aurait-on pas ouvert une brèche qui permettrait d'entrer enfin dans la forteresse? On ne peut s'empêcher de le penser, et c'est ce qui donne quelque prix aux rares théorèmes susceptibles d'une démonstration rigoureuse, quand même ils ne semblent pas immédiatement applicables à l'astronomie.

Telles sont les propriétés des solutions particulières remarquables du problème des trois corps.

Le mouvement des trois astres dépend en effet de leurs positions et de leurs vitesses initiales. Si l'on se donne ces conditions initiales du mouvement, on aura défini une solution particulière du problème. Il peut se faire que quelques-unes de ces solutions particulières soient plus simples, plus abordables au calcul, que la solution générale; il peut se faire que pour certaines positions initiales des trois corps, les lois de leur mouvement présentent des propriétés remarquables.

Parmi ces solutions particulières, les unes ne sont intéressantes que par leur bizarrerie; les autres sont, comme nous le verrons, susceptibles d'applications astronomiques. Lagrange et Laplace ont déjà abordé le problème par ce côté, et ils ont découvert ainsi un théorème important. Il peut arriver que les orbites des trois corps se réduisent à des ellipses. La position et la vitesse initiales de notre satellite auraient pu être telles, que la Lune fût constamment pleine; elles auraient pu être telles que la Lune fût constamment nouvelle; elles auraient pu aussi être telles que cet astre fût constamment à 60° du Soleil dans une phase intermédiaire entre la nouvelle lune et le premier quartier.

Ce sont là des solutions particulières très simples; il y en a de plus compliquées qui sont cependant remarquables. Si les conditions du mouvement avaient été différentes de ce qu'elles sont, les phases auraient pu suivre des lois bien étranges; dans une des solutions possibles, la Lune, d'abord nouvelle, commence par croître; mais, avant d'atteindre le premier quartier, elle se met à décroître pour redevenir nouvelle et ainsi de suite; elle a donc constamment la forme d'un croissant. Dans une autre solution, plus étrange encore, elle passe trois fois par le premier quartier entre la nouvelle lune et la pleine lune; dans cet intervalle, elle croît d'abord, décroît ensuite, pour se mettre de nouveau à croître.

Ces solutions sont trop différentes des véritables trajectoires des astres, pour pouvoir jamais être réellement utiles à l'Astronomie. Elles n'ont qu'un intérêt de curiosité. Il n'en est pas de même de celles dont je vais maintenant parler.

Il y a d'abord les *solutions périodiques*. Ce sont celles où les distances des trois corps sont des fonctions périodiques du temps; à des intervalles périodiques, les trois corps se retrouvent donc dans les mêmes positions relatives. Les solutions périodiques sont de plusieurs sortes. Dans celles que j'ai appelées de la première sorte, les inclinaisons sont nulles et les trois corps se meuvent dans un même plan; les excentricités sont très petites et les orbites sont presque circulaires; les moyens mouvements ne sont pas commensurables; les deux planètes passent en même temps au périhélie, qui, loin d'être fixe, tourne avec une rapidité com-

parable à celle des planètes elles-mêmes, de telle façon que ces deux astres sont au périhélie à chaque conjonction. C'est à cette catégorie qu'appartient la première solution périodique qui ait été découverte et que son inventeur, M. Hill, a prise pour point de départ de sa théorie de la Lune.

Dans les solutions de la seconde sorte, les inclinaisons sont encore nulles, mais les exentricités sont finies; le mouvement du périhélie est très lent; les moyens mouvements sont près d'être commensurables; les périodes anomalistiques (on appelle ainsi le temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs de l'astre au périhélie), le sont exactement. A certaines époques, deux planètes passent en même temps au périhélie. Dans les solutions de la troisième sorte les inclinaisons sont finies, les orbites sont presque circulaires; le mouvement des périhélies est très lent et égal à celui des nœuds; les périodes anomalistiques sont commensurables; à certaines époques les planètes passent en même temps aux périhélies. Je laisse de côté de nombreuses catégories de solutions périodiques plus compliquées et qu'il serait trop long d'énumérer.

Il y a ensuite les *solutions asymptotiques*. Pour bien faire comprendre ce qu'on doit entendre par là, qu'on me permette d'employer un exemple simple. Imaginons d'abord une Terre et un Soleil isolés dans l'espace, se mouvant par conséquent d'après les lois de Képler, Supposons encore pour simplifier, que leur mouvement soit circulaire. Donnons maintenant à cette Terre deux satellites L_1 et L_2 dont la masse sera infiniment petite de telle sorte qu'ils ne troubleront pas le mouvement circulaire de la Terre et du Soleil, et qu'ils ne se troubleront pas non plus mutuellement, chacun d'eux se mouvant comme s'il était seul. Choisissons la position initiale de L_1 de façon que cette Lune décrive une orbite périodique; nous pourrons alors choisir celle de L_2 de façon que ce second satellite décrive ce que nous appellerons une orbite asymptotique. D'abord assez éloignée de L_1, il s'en rapprochera indéfiniment, de sorte qu'après un temps infiniment long, son orbite différera infiniment peu de celle de L_1. Supposons un observateur placé sur la Terre et tournant lentement sur lui-même de façon à regarder constamment le Soleil. Le Soleil lui paraîtra immobile et la Lune L_1 dont le mouvement est périodique lui semblera décrire une courbe fermée C. La Lune L_2 décrira alors pour lui une sorte de spirale dont les spires de plus en plus serrées se rapprocheront indéfiniment de la courbe C Il y a une infinité de pareilles orbites asymptotiques. L'ensemble de ces orbites forme une surface continue S qui passe par la courbe C et sur laquelle sont tracées les spires dont je viens de parler [1].

Mais il y a une autre catégorie de solutions asymptotiques. Il peut arriver, si l'on choisit convenablement la position initiale de L_2, que cette Lune aille en s'éloignant de L_1, de telle façon qu'à une époque très reculée dans le passé, son orbite diffère très peu de celle de L_1. Pour notre observateur, ce satellite décrira encore une courbe en spirales dont les spires se rapprocheront indéfiniment de la courbe C; mais il la décrira en sens contraire en s'éloignant constamment de C. L'ensemble de ces nouvelles orbites asymptotiques formera une seconde surface continue S′ passant également par la courbe D.

Enfin il y a une infinité de solutions *doublement asymptotiques;* c'est là un point que j'ai eu beaucoup de peine à établir rigoureusement. Il peut arriver que le satellite L_2, d'abord très rapproché de l'orbite de L_1, s'en éloigne d'abord beaucoup et s'en rapproche ensuite de nouveau indéfiniment. A une époque très reculée dans le passé, cette Lune se trouvait sur la surface S′, et y décrivait des spires en s'éloignant de C; elle s'est ensuite beaucoup éloignée de C; mais dans un temps très long elle se retrouvera sur la surface S et décrira de nouveau des spires en se rapprochant de C.

Soient L_2, L_3 ..., L_n, $n-1$ lunes décrivant des orbites doublement asymptotiques; à une époque reculée, ces $n-1$ lunes se meuvent en suivant des spirales sur S′; en parcourant cette surface on rencontre ces $n-1$ orbites dans un certain ordre. Au bout d'un temps très long, nos satellites se retrouveront sur S et décriront de nouveau des spirales; mais, en parcourant cette surface S, on rencontrera les orbites des $n-1$ lunes *dans un ordre tout différent*. Ce fait, pour peu qu'on prenne la peine d'y réfléchir, semblera une preuve éclatante de la complexité du problème des Trois corps et de l'impossibilité de le résoudre avec les instruments actuels de l'Analyse.

III

L'astronomie ne nous offre aucun exemple d'un système de trois ou de plusieurs corps dont les conditions initiales du mouvement soient telles qu'ils décrivent exactement des orbites périodiques ou asymptotiques. D'ailleurs *a priori* la probabilité pour que cette circonstance se présentât était manifestement nulle. On ne peut pas en conclure que les considérations précédentes ne sont intéressantes que pour le géomètre et inutiles

[1] Il peut arriver, si l'inclinaison des orbites est nulle, que S se réduise à une surface infiniment aplatie, formée de plusieurs feuillets plans superposés, et analogues aux surfaces de Riemann.

à l'astronome. Il peut arriver, en effet, et il arrive quelquefois que les conditions initiales du mouvement diffèrent peu de celles qui correspondent à une solution périodique. L'étude de cette solution présente alors un double intérêt.

D'abord, le plus souvent, le mouvement de l'astre présentera une inégalité dont le coefficient sera très grand, mais très peu différent de ce qu'il serait si l'orbite était rigoureusement périodique. Le calcul de cette solution périodique fournira alors ce coefficient plus rapidement et plus exactement que les méthodes anciennes. C'est ce qui est arrivé dans la théorie de la Lune de M. Hill pour le calcul de cette grande inégalité appelée variation.

En second lieu, l'orbite périodique peut être prise comme première approximation, comme « orbite intermédiaire » pour employer le langage de M. Gyldén. La seconde approximation conduit alors à un calcul relativement facile, parce que les équations sont linéaires et à coefficients périodiques. C'est ainsi que M. Hill a calculé le mouvement du périgée et qu'il aurait pu calculer également le mouvement du nœud et la grande inégalité connue sous le nom d'évection.

Je pourrais citer beaucoup d'autres exemples. Un des satellites de Saturne a un mouvement très troublé : son périsaturne tourne très rapidement; M. Tisserand a rattaché sa théorie à l'étude d'une solution périodique de la première sorte. La même méthode est applicable à une certaine petite planète dont le moyen mouvement est sensiblement double de celui de Jupiter et que M. Harzer a étudiée.

Gauss a cru pouvoir affirmer que les mouvements moyens de Jupiter et de Pallas étaient entre eux exactement dans le rapport de 7 à 18. Si ses vues venaient à se confirmer, ce qui est encore douteux, la théorie de Pallas se ramènerait à celle d'une solution périodique de la seconde sorte.

Mais l'exemple le plus frappant nous est fourni par l'étude des satellites de Jupiter. Les relations qui ont lieu entre leurs moyens mouvements, et dont la découverte est le plus beau titre de gloire de Laplace, montrent que leur orbite diffère fort peu d'une orbite périodique; en y regardant de près, on voit que la méthode spéciale créée par le génie de ce grand géomètre ne diffère pas de celle que nous préconisons ici.

IV

Les équations différentielles du problème des trois corps admettent un certain nombre d'intégrales qui sont connues depuis longtemps; ce sont celles du mouvement du centre de gravité, celles des aires, celle des forces vives. Il était extrêmement probable qu'elles ne pouvaient avoir d'autres intégrales algébriques; ce n'est cependant que dans ces dernières années que M. Bruns a pu le démontrer rigoureusement. Mais on peut aller plus loin; en dehors des intégrales connues, le problème des trois corps n'admet aucune intégrale analytique et uniforme; les propriétés des solutions périodiques et asymptotiques, étudiées avec attention, suffisent pour l'établir. On peut en conclure que les divers développements proposés jusqu'ici sont divergents; car leur convergence entraînerait l'existence d'une intégrale uniforme.

Dirai-je pour cela que le problème est insoluble? ce mot n'a pas de sens; nous savons depuis 1882 que la quadrature du cercle est impossible avec la règle et le compas, et pourtant nous connaissons π avec beaucoup plus de décimales que n'en pourrait donner aucune construction graphique. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que le problème des trois corps ne peut être résolu avec les instruments dont nous disposons actuellement; ceux qu'il faudra imaginer et employer pour obtenir la solution devront certainement être très différents et d'une nature beaucoup plus compliquée.

V

Une des questions qui ont le plus préoccupé les chercheurs est celle de la stabilité du système solaire. C'est à vrai dire une question mathématique plutôt que physique. Si l'on découvrait une démonstration générale et rigoureuse, on n'en devrait pas conclure que le système solaire est éternel. Il peut en effet être soumis à d'autres forces que celle de Newton, et les astres ne se réduisent pas à des points matériels. Bien des causes peuvent dissiper peu à peu l'énergie du système; on n'est pas absolument certain qu'il n'existe pas de milieu résistant; d'autre part les marées absorbent de l'énergie qui est incessamment convertie en chaleur par la viscosité des mers, et cette énergie ne peut être empruntée qu'à la force vive des corps célestes. De plus si tous les astres sont des aimants comme la terre, leurs mouvements doivent produire, par une induction mutuelle, des courants dans leur masse et par conséquent de la chaleur qui est encore empruntée à leur force vive. Mais toutes ces causes de destruction agiraient beaucoup plus lentement que les perturbations, et si ces dernières n'étaient pas capables d'en altérer la stabilité, le système solaire serait assuré d'une existence beaucoup plus longue. La question de la stabilité conserve donc toujours un très grand intérêt.

Lagrange, par une démonstration d'une admirable simplicité, a montré que, si l'on néglige les carrés des masses, les grands axes des orbites

demeurent invariables, ou plutôt que leurs variations se réduisent à des oscillations périodiques d'amplitude finie autour de leur valeur moyenne. Poisson a étendu la démonstration au cas où l'on tient compte des carrés des masses en négligeant leurs cubes; mais, malgré la virtuosité analytique dont il a fait preuve, son analyse montre déjà les défauts des anciennes méthodes. Il montre en effet que les grands axes éprouvent autour de leur valeur moyenne des oscillations périodiques; mais, d'après ses formules, l'amplitude de ces oscillations pourrait croître au delà de toute limite; ce n'est là qu'une apparence due au mode de développement, et si l'on ne négligeait pas certains termes, on pourrait prouver que cette amplitude reste finie. Après Poisson on a cherché à trouver une démonstration générale ou au moins à établir l'invariabilité des grands axes en tenant compte du cube des masses. Mathieu avait cru un instant y réussir; mais M. Spiru-Aretu a montré ensuite qu'il s'était trompé. Il avait ainsi plutôt condamné les anciennes méthodes que démontré l'instabilité du système. La question restait entière.

Toutes ces recherches ont exigé de grands efforts qui nous semblent aujourd'hui bien inutiles; les méthodes de M. Gylden et celles de M. Lindstedt ne donnent en effet, si loin que l'on pousse l'approximation, que des termes périodiques, de sorte que tous les éléments des orbites ne peuvent éprouver que des oscillations autour de leur valeur moyenne. La question serait donc résolue, si ces développements étaient convergents. Nous savons malheureusement qu'il n'en est rien.

Incapables pour le moment de résoudre le problème général, nous pouvons nous borner à un cas particulier. Imaginons trois masses se mouvant dans un même plan, la première très grande, la seconde assez petite, la troisième infiniment petite et par conséquent hors d'état de troubler les deux autres. Supposons de plus que les deux grandes masses aient un mouvement circulaire et uniforme. Tel serait le cas du Soleil, de Jupiter et d'une petite planète, si l'on négligeait l'inclinaison des orbites et l'excentricité de Jupiter. Dans ce cas, MM. Hill et Bohlin ont démontré que le rayon vecteur de la petite planète reste toujours inférieur à une limite finie.

Cela ne suffit pas toutefois pour la stabilité; il faut encore que la petite masse repasse une infinité de fois aussi près que l'on veut de sa position initiale.

Il est évident qu'il n'en est pas ainsi pour toutes les solutions particulières, c'est-à-dire quelles que soient les conditions initiales du mouvement; l'existence des solutions asymptotiques en est une preuve suffisante. Mais d'autre part on peut rigoureusement démontrer que l'on peut choisir ces conditions initiales de façon que l'astre repasse une infinité de fois dans le voisinage de sa position primitive. Il y a donc une infinité de solutions particulières qui sont instables, au sens que nous venons de donner à ce mot et une infinité d'autres qui sont stables. J'ajouterai que les premières sont exceptionnelles (ce qui permet de dire qu'il y a stabilité en général). Voici ce que j'entends par là, car ce mot par lui-même n'a aucun sens. Je veux dire qu'il y a une probabilité nulle pour que les conditions initiales du mouvement soient celles qui correspondent à une solution instable. On objectera qu'il y a une infinité de manières de définir cette probabilité; mais cela reste vrai quelle que soit la définition que l'on adopte, à une condition toutefois : soient x et y les coordonnées de la troisième masse, x' et y' les composantes de sa vitesse. J'appelle $P\,dx\,dy\,dx'\,dy'$ la probabilité pour que x soit compris entre x_0 et $x_0 + dx$, y entre y_0 et $y_0 + dy$, x' entre x'_0 et $x'_0 + dx'$, y' entre y'_0 et $y'_0 + dy'$. Nous pouvons définir la probabilité comme nous le voulons et par conséquent nous donner arbitrairement P en fonction de x_0, y_0, x'_0 et y'_0. Eh bien, le résultat que j'ai énoncé plus haut reste vrai, quelle que soit cette fonction P, *pourvu quelle soit continue.*

H. Poincaré,
de l'Académie des Sciences

LA REPRODUCTION ARTIFICIELLE DES RUBIS

Au moment où les recherches de MM. Fremy et Verneuil semblent démontrer que la production des rubis artificiels, applicables à la joaillerie, ne dépend plus que des expériences relevant du domaine de l'industrie, il peut paraître intéressant d'exposer un résumé des nombreux travaux que la solution de ce problème a nécessités. C'est ce que nous nous proposons de faire dans les lignes qui suivent :

I

Quoique la matière fondamentale du rubis, qui est le sesquioxyde d'aluminium, ait pu être obtenue cristallisée en suivant les procédés de la voie humide et de la voie sèche, ce sont les réactions

par voie ignée qui ont donné les meilleurs résultats. La plus ancienne méthode par laquelle on ait reproduit le corindon (ou rubis incolore) par voie humide est due à M. de Sénarmont ; elle consiste à chauffer vers 350° dans un tube de verre scellé, très épais et d'un faible diamètre intérieur, une solution d'alumine dans l'acide chlorhydrique. A côté de lames minces prismatiques formées d'une combinaison d'alumine et d'eau, que les minéralogistes nomment diaspore, on trouve, sur les parois du tube, des rhomboèdres de corindon incolores et microscopiques. Comme, dans les mêmes conditions, les chlorures de fer et de chrome, en se décomposant, n'abandonnent les oxydes correspondants que sous la forme de précipités amorphes, il est probable que la présence d'une petite quantité de chlorure de chrome ne donnerait pas au corindon précipité la couleur rouge du rubis ni celle du saphir. C'est là un fait intéressant que le mémoire de de Sénarmont ne mentionne pas, mais qui mériterait d'être étudié.

M. Georges Friedel vient d'obtenir, également par voie humide, de jolis cristaux de rubis, par l'action dans un tube d'acier boulonné, porté à une température de 530°, d'une solution de soude sur un grand excès d'alumine. Quand l'alumine contient un peu de chrome, la coloration du corindon est celle du rubis naturel.

Les recherches par voie sèche sont beaucoup plus nombreuses ; je rappellerai d'abord les expériences dans lesquelles l'alumine prend naissance au sein d'un flux sans passer par l'état de composé volatil. Le premier résultat dans cette direction fut obtenu en 1837 par Gaudin, chercheur infatigable, doué de la plus vive originalité, qui conserve un rang distingué parmi les chimistes de son époque et auquel nous serions redevables de travaux plus nombreux et plus remarquables encore s'il avait pu leur consacrer tout son temps. Il obtenait le corindon en chauffant à une très haute température, à l'aide du chalumeau oxhydrique ou bien dans un violent feu de forge, de l'alun de potasse placé dans un petit creuset de noir de fumée fortement tassé. L'opération était terminée en quelques instants et la cavité du creuset contenait une masse scoriacée présentant des géodes aux parois constellées de petits cristaux très brillants de corindon. On admet généralement que c'est le sulfate et le sulfure de potassium qui servent ici de fondants et déterminent la cristallisation de l'alumine ; les réactions qui lui donnent naissance sont probablement plus complexes et en relation avec la décomposition lente de l'aluminate de potasse, qui se forme d'abord en grande quantité dans ces conditions.

En creuset fermé l'atmosphère est puissamment réductrice et, l'oxyde de chrome ajouté à l'alun étant réduit, l'alumine ne peut prendre la coloration rouge. Pour développer la teinte du rubis, il faut découvrir le creuset et maintenir le feu oxydant, mais en évitant la fusion de l'alumine. Ces petits rubis, isolés de leur gangue par les acides, forment une poussière microscopique ayant toutes les propriétés du produit naturel. Ils ont été analysés par Malaguti.

Ebelmen en 1847 appliqua au corindon l'ingénieuse méthode qui lui permit de faire cristalliser un grand nombre d'oxydes à l'aide de flux volatils à haute température. Il employait particulièrement l'acide borique, le borax et les phosphates alcalins : un mélange composé d'une partie d'alumine calcinée avec trois ou quatre parties de borax, placé sur une feuille de platine repliée en forme de cuvette peu profonde, donne pendant la durée d'une cuisson de porcelaine, c'est-à-dire après trente heures environ, dont six de feu maximum, un grand nombre de petits cristaux transparents, très nets, microscopiques et doués d'une belle coloration rouge, si l'on a ajouté 1 % d'oxyde de chrome au mélange primitif. Ces cristaux sont accompagnés de longues aiguilles bleuâtres très abondantes surtout aux bords de la capsule et d'autant plus nombreuses que le feu a duré moins longtemps ; elles constituent un borate basique d'alumine.

L'acide borique employé dans les mêmes conditions laisse l'alumine absolument amorphe. Ebelmen attribuait cet insuccès à la trop grande volatilité de ce corps ; mais il ne me paraît pas douteux que la présence de l'alcali ne soit indispensable, comme le démontrent du reste les autres résultats obtenus par ce savant. Je crois, en partant de là, qu'on peut expliquer ainsi le mécanisme de la réaction qui donne naissance au rubis dans cette belle expérience d'Ebelmen : le système alumine et borax se partage en aluminate de soude, borate d'alumine et borax, suivant un équilibre en relation avec la température. A ce moment la volatilité du borax intervient pour diminuer la dose de ce corps qui limite les quantités de borate d'alumine et d'aluminate de soude présentes ; il en résulte que l'acide et la base de ces deux sels s'unissent à nouveau pour reformer du borax et rétablir l'équilibre primitif, tandis que l'alumine s'isole et cristallise. La disparition du borate d'alumine dans les expériences très prolongées me semble un argument en faveur de cette manière de voir.

L'addition de carbonates alcalins ou alcalino-terreux favorise beaucoup la cristallisation de l'alumine ; la silice agit de même et dans les meilleures conditions Ebelmen a pu obtenir des tables de plusieurs millimètres de côté, mais de très faible épaisseur.

Debray s'est occupé à plusieurs reprises de la cristallisation de l'alumine. Suivant la première de ses méthodes, il obtenait le corindon en mettant à profit la volatilisation du chlorure de sodium formé par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur l'aluminate de soude; dans une seconde série d'essais il arrive au même résultat par la décomposition du phosphate d'alumine à haute température, en présence d'un excès de sulfate de soude; on retrouve dans le creuset du phosphate alcalin tribasique, tandis que l'alumine est devenue libre presque intégralement, ainsi que M. Grandeau l'a vérifié plus tard.

C'est à la même catégorie d'essais qu'il faut rapporter les jolies expériences de Parmentier sur la décomposition des molybdates doubles d'alumine et de potasse. Il a montré que lorsqu'on atteint une température suffisamment élevée, le sesquioxyde se précipite en totalité et, comme il se redissout en partie dans le flux lorsque la température baisse, il peut y avoir accroissement des cristaux par des réchauffements successifs, suivant un phénomène exactement inverse de celui qui se passe dans les cristallisations ordinaires où l'accroissement du cristal déjà formé a lieu pendant le refroidissement. Le corindon obtenu est en petites lames hexagonales peu épaisses.

Le premier procédé suivi par MM. Frémy et Feil, pour la production du corindon, remonte à une quinzaine d'années; il consiste à chauffer au rouge blanc pendant plusieurs heures dans un creuset siliceux un mélange à poids égaux d'alumine amorphe et d'oxyde de plomb additionné de deux à trois centièmes de bichromate de potasse. Il se produit une grande quantité d'alumine cristallisée surmontant une masse vitreuse de silicate de plomb et d'alumine qui gagne le fond du creuset; les auteurs admettent que l'aluminate de plomb d'abord formé est décomposé par la silice du creuset qui s'empare de l'oxyde de plomb pendant que le rubis s'isole.

Les cristaux obtenus se présentent en lames excessivement nombreuses, très larges et peu épaisses, fortement agglomérées et presque toujours souillées par une petite quantité de silicate mal séparé qui leur enlève une partie de leur éclat et s'oppose à ce que leur couleur un peu sombre prenne à la lumière artificielle la belle teinte pourpre si recherchée. Il y a lieu de remarquer ici que la formation des cristaux d'alumine en lames peu épaisses peut tenir à deux causes, soit à un développement trop rapide, soit à la présence d'une impureté qui peut quelquefois, même à des doses très minimes, produire le développement excessif du cristal suivant l'un de ses axes au dépens des autres. Ne pouvant modifier le milieu, MM. Fremy et Feil dirigèrent les essais dans le sens qui devait déterminer le ralentissement de la cristallisation et poursuivirent avec persévérance l'étude de cette réaction en opérant sur des quantités de matière qui s'élevaient jusqu'à trente kilogrammes à la fois et dans des conditions où la température était maintenue constante pendant vingt jours consécutifs. Malgré cela, ces efforts sont jusqu'ici demeurés infructueux et les masses considérables de rubis qu'il serait si facile d'obtenir ainsi restent sans application pour la joaillerie. Au cours de cet important travail, MM. Fremy et Feil ont *imité* la couleur du saphir en ajoutant à leur composition première une petite quantité d'oxyde de cobalt à la place du bichromate alcalin.

II

Les méthodes dans lesquelles l'alumine passe à l'état de composé volatil avant de cristalliser conviennent particulièrement à la production de cristaux très purs. Ce sont celles que je vais maintenant exposer.

A vrai dire, tous les procédés proposés jusqu'ici ne sont que des variantes de la célèbre expérience de H. Sainte-Claire Deville et Caron sur la décomposition du fluorure d'aluminium par l'acide borique; mais les auteurs qui ont étudié postérieurement cette réaction ont différé soit dans la manière d'engendrer le fluorure, soit dans le choix de l'oxyde qui fait la double décomposition avec lui.

Le chlorure d'aluminium, quoique beaucoup plus facile à préparer que le fluorure, n'a guère été employé pour la production du rubis; la violence avec laquelle la vapeur d'eau réagit sur lui produit le plus souvent de l'alumine amorphe, car la décomposition a déjà lieu à une température très inférieure à celle où les cristaux de corindon peuvent s'engendrer. Aussi l'expérience de Gay-Lussac qui donne si aisément de beaux cristaux d'oligiste par l'action de la vapeur d'eau sur le perchlorure de fer, n'a pu être appliquée que très difficilement par M. Stanislas Meunier à la production de petites lamelles hexagonales de corindon obtenues en faisant passer au rouge un courant de vapeur d'eau sur le chlorure d'aluminium.

Chacun sait que l'expérience de Deville et Caron consiste à enfermer dans un creuset non siliceux une certaine quantité de fluorure d'aluminium au-dessus duquel on suspend, en l'attachant au couvercle, une petite capsule de platine remplie d'acide borique desséché. Le creuset de charbon, contenant ces matières, est placé dans une enveloppe siliceuse et protégé convenablement par une brasque de charbon de bois en poudre, puis maintenu pen-

dant une heure au rouge blanc. Après ce temps tout le fluorure s'est volatilisé; ses vapeurs, ayant rencontré l'acide borique, ont donné du fluorure de bore et du corindon en magnifiques lames incolores ayant jusqu'à 1 centimètre de côté; mais, comme elles se sont formées très vite elles manquent d'épaisseur. On ne peut obtenir la teinte du rubis dans ce creuset réducteur, tandis que si ces mêmes matières additionnées de fluorure de chrome sont chauffées dans un creuset d'alumine, on assiste à la production du rubis, du saphir et même du corindon vert ou émeraude orientale selon la quantité de chrome employée et les circonstances de l'opération. C'est la seule expérience qui, jusqu'à présent, ait permis de reproduire ces deux dernières gemmes, sur la coloration desquelles plusieurs points restent encore à éclaircir.

Le procédé de M. Hautefeuille pour la production du corindon réalise des conditions analogues à celles dans lesquelles Sainte-Claire Deville s'était placé pour reproduire l'oligiste. M. Hautefeuille a fait agir un courant lent d'acide fluorhydrique sur un mélange d'oxydes d'aluminium et de chrome maintenu au rouge orangé dans un tube de platine.

Après quelques heures d'action toute l'alumine est cristallisée parce que le fluorure d'aluminium et la vapeur d'eau engendrés en un point de l'appareil ont réagi en donnant une réaction inverse dans les parties où les conditions de température et de masse sont un peu différentes; en se reformant lentement ainsi, l'alumine cristallise, tandis que l'acide fluorhydrique reformé va continuer indéfiniment son action minéralisatrice.

A l'origine, tant qu'il y a de l'alumine amorphe à transformer, le phénomène est très rapide à cause de la surface d'action considérable; il se ralentit ensuite, mais ne s'annule jamais, car, la vitesse d'attaque demeurant, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la surface, il est certain que les petits cristaux se corrodent au profit des plus volumineux qui s'accroissent lentement; théoriquement, s'il était possible de maintenir pendant longtemps dans un vase inattaquable et imperméable une masse donnée d'alumine et de gaz fluorhydrique, on ne devrait retrouver qu'un seul cristal de corindon représentant la totalité de l'alumine employée. Pour un grand nombre de causes que je ne puis analyser ici, on est bien loin d'obtenir ce résultat en pratique, mais l'expérience de M. Hautefeuille n'en constitue pas moins celle qui a donné pour la première fois des cristaux de rubis non seulement de la plus grande pureté, mais aussi présentant le développement de la forme cristalline dans toute sa perfection.

Tout récemment MM. Hautefeuille et Perrey ont démontré que l'acide chlorhydrique que l'on croyait être tout à fait sans action sur l'alumine amorphe, peut minéraliser cet oxyde vers la température de 600° et que cette action minéralisatrice augmente beaucoup avec la tension sous laquelle le gaz chlorhydrique agit.

III

Le second procédé suivi par MM. Frémy et Feil repose sur une réaction essentiellement différente de celle appliquée dans le premier; ces savants reconnurent l'action minéralisatrice puissante que les fluorures exerçent sur l'alumine et entrevirent la possibilité de réaliser, dans les conditions ordinaires des expériences de creuset, l'action de l'acide fluorhydrique à haute température qui exige habituellement des appareils de platine très coûteux.

A la mort du regretté Ch. Feil cette étude était à peine ébauchée; elle fut reprise et continuée par MM. Frémy et Verneuil, qui se proposèrent d'élucider le plus complètement possible le mécanisme de cette intéressante réaction.

On reconnut d'abord que les fluorures alcalino-terreux sont réellement ceux qui produisent le mieux la cristallisation de l'alumine, lorsqu'ils sont employés purs et surtout exempts d'hydrofluosilicates. Ces recherches préliminaires montrèrent aussi que le fluorure de baryum était celui qui agissait de la manière la plus intense, et c'est lui qui fut presque toujours employé.

L'alumine s'obtenait par la calcination de l'alun d'ammoniaque auquel on faisait perdre au petit rouge la majeure partie de ses produits volatils; puis on calcinait ensuite fortement le résidu, afin d'en expulser la totalité de l'acide sulfurique.

Quelques centièmes de fluorure de baryum suffisent, à la température du rouge blanc, pour transformer intégralement l'alumine amorphe en corindon; cette puissance minéralisatrice s'explique aisément : M. Frémy a montré, il y a longtemps, que les fluorures alcalino-terreux perdent au rouge une grande partie de leur fluor à l'état d'hydracide sous l'influence de la vapeur d'eau; la série des phénomènes développés à propos de l'expérience de M. Hautefeuille se réalise donc ici et se poursuit jusqu'au moment où l'acide fluorhydrique, rencontrant la paroi du creuset de terre, est définitivement pris à l'état de fluorure de silicium, désormais inactif. Si l'acide fluorhydrique rencontre en même temps de l'oxyde de chrome, il lui fait subir les mêmes transformations et les quelques millièmes de composé chromique qui suffisent à colorer le corindon produisent ici le rubis et quelquefois le saphir.

La vapeur d'eau nécessaire est amplement

fournie par les gaz du foyer qui traversent la paroi du creuset, poreuse à l'origine de l'expérience mais qui devient imperméable lorsque le mélange, vers la température du blanc naissant, a complètement vitrifié la paroi. Ce régime établi, une petite quantité de vapeur d'eau demeure captive et réagit indéfiniment. Quant à la baryte qui provient de la décomposition du fluorure, nous la retrouvons combinée à l'état d'aluminate.

Les rubis obtenus ainsi ont été analysés; ils ne contiennent pas de baryte et sont seulement formés d'alumine et d'oxyde de chrome; ils rayent la topaze avec la plus grande facilité et M. Descloizeaux, qui en a fait l'examen cristallographique, les a trouvés identiques aux plus beaux cristaux naturels.

On pourrait croire, d'après cela, que pour obtenir de gros cristaux de corindon, il doit suffire d'ajouter plus de matière active, d'augmenter la quantité de fluorure de baryum. C'est là une illusion que l'expérience détruit vite, car si l'on élève la dose de fluorure à partir d'une certaine limite, on assiste à la formation de combinaisons fluorées encore peu connues en raison des difficultés que leur séparation présente, tandis que les cristaux d'alumine deviennent plus rares, puis disparaissent tout à fait. D'après cela, les doses de 15 à 20 % de fluorure de baryum semblent celles qu'on ne peut avantageusement dépasser. Ces nouvelles expériences donnaient des rubis remarquables par leur pureté et la régularité de leur forme cristalline, et au point de vue scientifique, ce procédé pouvait prendre place à côté de ceux déjà décrits; son point faible résidait dans l'extrême dissémination de cristaux extraordinairement nombreux, mais fort petits; la nutrition des cristaux déjà formés demeurait en effet presque insensible, soit à cause de la présence de la paroi siliceuse, soit par l'épuisement trop rapide de la matière fluorée. Cela devenait manifeste, surtout lorsqu'on opérait sur des masses plus grandes, dans l'espoir d'obtenir des cristaux plus volumineux; on devait reconnaître alors que l'activité du produit minéralisateur s'épuisait dans un rayon très restreint, car les cristaux obtenus n'étaient pas sensiblement plus développés que dans les expériences effectuées sur de petites masses.

IV

Un grand progrès fut réalisé le jour où MM. Frémy et Verneuil trouvèrent, après de très nombreuses expériences, que certains oxydes ajoutés à l'alumine produisent justement l'action si longtemps recherchée, c'est-à-dire la formation de géodes, ou nids cristallins, dans lesquels un petit nombre de cristaux relativement gros se forment à la place des poussières cristallines engendrées comme précédemment en nombre infini.

La chaux, la baryte, la strontiane, peuvent agir ainsi; mais les alcalis possèdent à ce point de vue une puissance bien supérieure à celle des alcalino-terreux; la potasse ou la soude, mélangées, sous forme de carbonates, à l'alumine, deviennent de puissants auxiliaires pour la nutrition des cristaux. Ce n'est pas à la formation d'un fluorure alcalin qu'il faut rapporter l'action immédiate de ces bases, car les fluorures alcalins calcinés dans les mêmes conditions avec l'alumine amorphe n'engendrent pas de corindon et c'est pour cela qu'on doit faire un emploi judicieux du carbonate alcalin, car si on le mélange avec le fluorure de baryum et l'alumine, on paralyse en même temps l'action minéralisatrise de l'acide fluorhydrique.

La condition, pour réussir, consiste simplement à séparer, dans le creuset, la partie qui donne naissance à l'agent actif de celle qui doit recevoir cette action.

On conçoit qu'une recherche dans laquelle le nombre des variables en jeu est aussi grand, ait nécessité des centaines d'expériences, d'autant plus qu'elles sont rendues souvent peu comparables par les énormes variations de température que présentent les fourneaux ordinaires de laboratoire; contrairement à l'opinion accréditée on ne saurait croire à quel point les moindres variations dans la pression atmosphérique, l'état hygrométrique de l'air et la direction du vent, peuvent modifier l'allure d'un four et quelles difficultés on éprouve à les compenser par le jeu du registre ou l'état de la grille, lorsqu'il est nécessaire de maintenir la température constante. Les fours à gaz présentent donc pour ce genre d'essais une supériorité incontestable.

La température la plus favorable à la réaction est celle de 1350° environ. Lorsque l'expérience est bien réussie, on trouve les parties d'alumine qui ont subi à la fois l'action de l'acide fluorhydrique et de l'alcali, presque entièrement transformées en rubis. Ces derniers sont disposés soit isolément, soit par petits groupes dans les cavités de la matière devenue caverneuse et extrêmement friable; c'est généralement au fond du creuset, là où la couche de produit est plus épaisse, c'est-à-dire à l'endroit où l'acide fluorhydrique peut demeurer le plus longtemps sans rencontrer la paroi siliceuse, que l'on trouve les plus beaux cristaux; ils sont isolés, sans point d'attache et toujours complets. Rien n'est plus facile que de les séparer de leur gangue, car une simple lévigation entraîne toute la matière blanche peu dense, tandis que les

rubis gagnent le fond du vase. On élimine les plus petits par le tamis.

Grâce à la netteté de leurs facettes qui présentent le plus beau poli, ils ont pu être montés sans avoir subi aucun travail de la part du lapidaire. Les plus grosses pierres obtenues en opérant sur une quantité de matière ne dépassant pas quinze cents grammes ont environ quatre millimètres et demi d'épaisseur et pèsent soixante-quinze milligrammes, soit un peu plus d'un tiers de carat; elles se comportent en joaillerie exactement comme les plus beaux rubis naturels de même taille.

Si l'on se reporte aux conditions dans lesquelles ces derniers résultats ont été acquis, il semble bien probable qu'en consacrant de nouveaux efforts à l'étude de cette question, on arrivera à produire des pierres beaucoup plus volumineuses. Les expériences qui précèdent montrent déjà qu'il faudra s'efforcer de ralentir la réaction en opérant à une température aussi basse que possible, car c'est en effet de cette donnée que paraît dépendre la plus ou moins grande épaisseur des cristaux ; il faudra d'autre part éviter la formation des corps vitreux qui englobent contre les parois du creuset les premiers cristaux formés, ceux par conséquent qui sont le mieux placés pour acquérir le développement maximum. La dissémination extrême des cristaux obtenus jusqu'ici a pour cause principale le déplacement incessant des zones actives ; il en résulte que les cristaux formés ne demeurent pas pendant un temps suffisant dans les conditions où ils peuvent s'accroître.

Comme on le voit, il y a encore beaucoup de difficultés à aplanir et l'on ne peut espérer arriver à les surmonter qu'en disposant dès à présent de ressources très supérieures à celles d'un laboratoire scientifique, c'est-à-dire en se plaçant dans les conditions de l'industrie. Les dernières expériences de MM. Frémy et Verneuil démontrent que la grosseur des cristaux obtenus est fonction des masses réagissantes, ainsi que cela s'observe dans la plupart des cas. Il devient donc fort probable que lorsqu'on opèrera sur une centaine de kilogrammes de matière, on obtiendra des pierres du poids d'un ou de deux carats. Leur bas prix mettra alors à la portée de tous ces belles gemmes réservées jusqu'ici à quelques privilégiés.

A. Verneuil,
Docteur ès sciences,
Professeur au collège Chaptal.

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LES TOURBILLONS

Dans mes précédentes expériences pour produire la trombe marine avec son fuseau de vapeur, je m'étais servi de tourniquets munis d'un fond et d'un rebord vertical, le tout formant un tambour ouvert par le bas. J'avais expliqué, dans ma brochure sur les tourbillons [1], pourquoi un semblable tourniquet donnait les mêmes effets que ceux qui résultaient dans la nature des girations aériennes prenant naissance dans les régions supérieures de l'atmosphère; néanmoins et, pour répondre à certaines critiques de M. Faye, j'ai construit des moulinets composés simplement de quatre à six ailettes emmanchées sur un axe vertical [2].

Il est donc bien entendu que ces moulinets sont ouverts haut et bas et que le vent qu'ils chassent horizontalement autour de leurs palettes n'est arrêté par aucun rebord. J'ajouterai que le support portant l'axe vertical de rotation, est réduit à une simple tige disposée de manière à ne présenter aucun obstacle à l'air venant du haut ou du bas.

Lorsqu'on fait tourner un semblable moulinet (fig. 1), il se produit naturellement une dépression vers son centre de rotation, puisque l'air est expulsé tout autour par la circonférence; il suit de là que des couches d'air situées au-dessus et au-dessous du moulinet se dirigent vers cette depression centrale. Les deux courants verticaux inverses, ainsi engendrés, viennent buter l'un contre l'autre dans le plan du moulinet pour être expulsés horizontalement par les palettes. Comme le moulinet continue de tourner, cette double circulation s'accentue de plus en plus et se propage de plus en plus loin, haut et bas, dans le milieu aérien environnant.

Le tourbillon ainsi créé au-dessous du moulinet a bien vite atteint la surface du plancher ; aussitôt il se ferme sur cette surface en constituant un tube aérien sans solution de continuité et qui relie le moulinet au plancher. Les particules d'air qui

[1] *Sur les tourbillons, trombes, tempêtes et sphères tournantes. Etude et expériences.* 2e édition. Paris, Gauthier-Villars.

[2] Voir le n° 16 du 30 août, page 498 de cette *Revue* où M. Faye disait :

« De plus les girations deviennent immédiatement descendantes dans la nature, tandis qu'elles restent horizontales dans les expériences; aussi faut-il, dans ces mêmes expériences recourir à un tour de main (en terme d'atelier) pour faire descendre l'air expulsé latéralement ».

Le tour de main visé par M. Faye, c'est notre rebord vertical des premiers tourniquets; nos nouvelles expériences font voir que les girations aériennes descendent aussi bien quand ce rebord n'existe pas.

frottent directement à terre perdent de leur vitesse en raison même de leur frottement contre la surface du sol; leur force centrifuge diminue alors comme le carré de cette vitesse, ce qui fait que ces mêmes particules sont rappelées vers le centre par la dépression axiale; elles remontent alors vers le tourniquet pour être expulsées de nouveau, et ainsi de suite.

Si donc nous plaçons sur le plancher un bassin contenant de l'eau chauffée, nous voyons aussitôt les vapeurs se concentrer et dessiner un tube de vapeur identique à celui que nous obtenions avec le tourniquet fermé et au sujet duquel ont été faites les objections auxquelles nous répondons ici. L'expérience réussit même mieux et sur une plus grande hauteur avec ces moulinets entièrement ouverts.

Quand on fait tourner le moulinet et qu'on présente tout autour des brins légers de laine ou de soie, on constate des courants d'air violents gagnant le centre par le haut et par le bas suivant les flèches *aa* et *a'a'* (fig. 1) et d'autres courants expulsés par les palettes suivant les flèches BB, *dd*, *d'd'*.

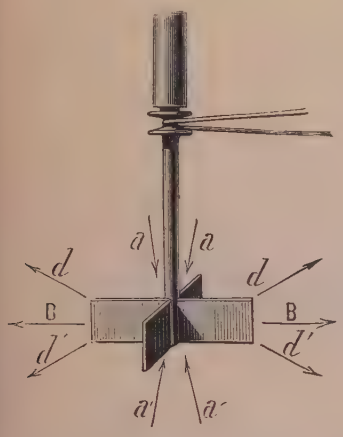


Fig. 1.

Si à quinze ou vingt centimètres au-dessous du tourniquet nous présentons (fig. 2.) un bassin A rempli d'eau

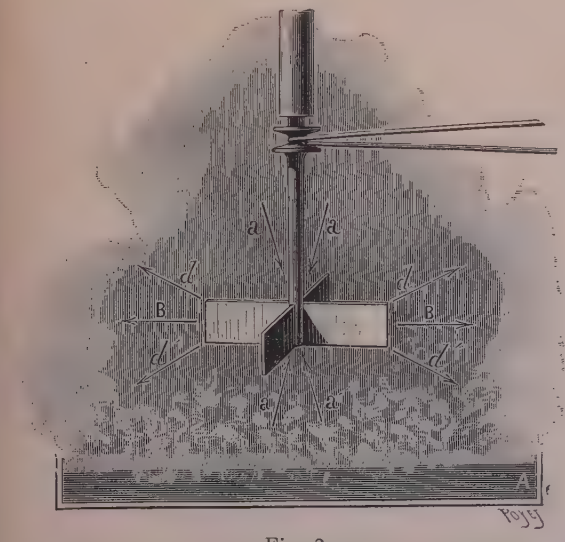


Fig. 2.

chaude, nous voyons d'abord toutes les vapeurs émises par cette eau fuir en désordre en tous sens et sortir horizontalement de tous les côtés. Puis, tout d'un coup, la trombe s'amorce et toutes les vapeurs, au lieu de s'échapper en tous sens, se dirigent au contraire vers l'axe et montent en colonne serrée vers le centre du tourniquet (fig. 3) tandis qu'en même temps l'eau s'élève également sur ce centre et forme la gerbe dite « Buisson ». A l'instant précis où cet amorçage a lieu, on constate la disparition totale des courants d'air de direction *dd* des figures 1 et 2; ces courants *dd*, de même que ceux horizontaux BB s'infléchissent vers le bas et prennent les directions courbes de mêmes lettres de la figure 3, tandis que les courants *aa* continuent de subsister.

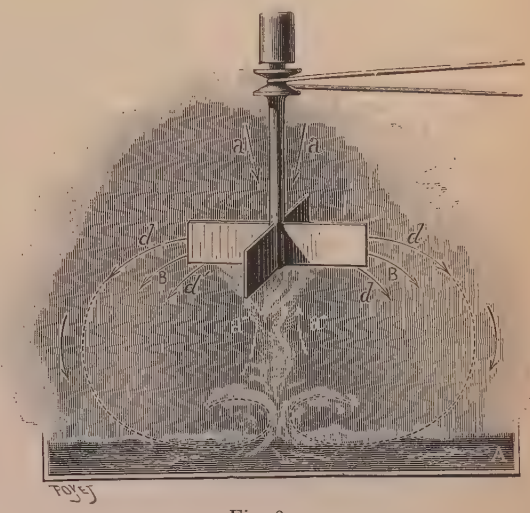


Fig. 3.

Le travail du tourniquet va se concentrer à la surface de l'eau où il transporte toute son énergie. Et, en effet, avant l'amorçage de la trombe, le moulinet tourne facilement sans fatiguer sa corde ou courroie de commande, tandis qu'après l'amorçage, la corde glisse ou la vitesse se ralentit un peu et le tourniquet fatigue et secoue son support. On sent très bien que, maintenant, il effectue un travail plus considérable.

La trombe une fois amorcée, on peut descendre le bassin A à huit ou dix fois le diamètre du tourniquet sans troubler le phénomène (fig. 4); le fuseau de vapeur s'étire à mesure et l'action à la surface de l'eau reste la même.

Bien entendu, la trombe s'amorce également d'elle-même à cette grande distance et cela à l'air libre, pourvu, toutefois, qu'il n'y ait pas d'obstacles trop voisins et capables de produire des remous anormaux.

Bien entendu aussi, lorsque, par un dispositif convenable, on fait voyager horizontalement le moulinet tournant au-dessus du bassin, la trombe se déplace en suivant le tourniquet générateur et

en donnant toujours les mêmes effets à la surface de l'eau.

Disons maintenant qu'il importe peu que les girations des couches d'air situées en haut soient produites par un tourniquet dans les expériences, ou par des courants de vitesse inégale des régions supérieures dans la nature ; du moment que ces girations ont pris naissance, les effets en seront les mêmes en grand comme en petit et ne sauraient

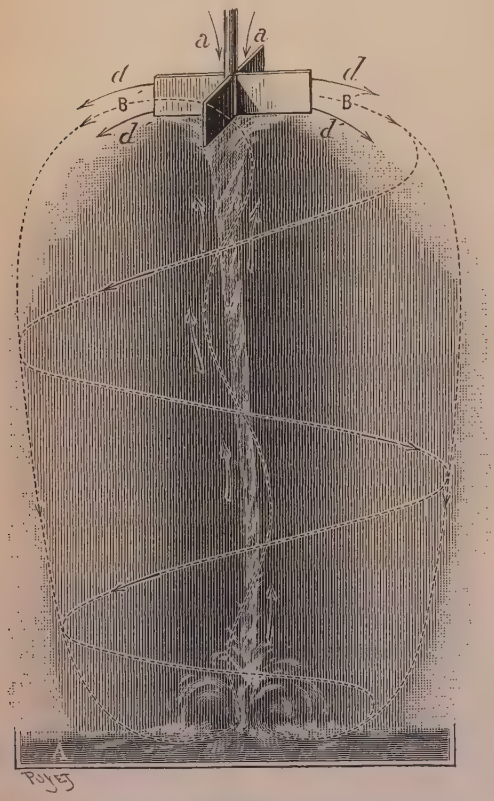


Fig. 4.

différer que par leur intensité. Comme le dit M. Faye, ces girations descendront vers le sol soit des régions supérieures dans la nature, soit du tourniquet dans les expériences; mais, aussitôt qu'elles auront atteint le sol, les veines d'air tournant, loin de s'échapper par l'extérieur, se dirigeront, au contraire, vers le centre du tourbillon, d'où elles remonteront vers le générateur supérieur ; l'observation saine du phénomène naturel ainsi que les expériences et le raisonnement ne laissent aucun doute à ce sujet. Le nier, c'est vouloir nier l'évidence.

Il résulte des expériences qu'avec le moulinet entièrement ouvert nous obtenons le même fuseau nébuleux à mouvement *ascendant* intérieur que celui que nous avions réalisé avec le tourniquet muni d'un fond et d'une paroi verticale ; et même nous l'obtenons sur une hauteur plus grande relativement au diamètre du tourniquet; mais il y a plus : nous avons donné, dans notre brochure, l'expérience consistant à faire *descendre* des vapeurs ou des fumées dans l'axe même du tourbillon, et cela en sens inverse de la nappe aérienne intérieure de ce tourbillon et dont le mouvement est *ascendant*.

Tout le monde a pu voir cette expérience dans les séances de la Société française de Physique et de la Société d'Encouragement où elle a été présentée, il y a bientôt deux ans. Nous obtenons ce résultat en permettant à des vapeurs produites dans une chaudière extérieure, d'arriver par un tuyau dans l'intérieur du tourbillon, ou mieux encore, en brûlant simplement, près de l'axe de ce tourbillon, une matière fixée à l'extrémité d'une tige et donnant des fumées abondantes. Lorsqu'on présente ainsi ces matières en ignition dans la partie supérieure d'un tourbillon, on voit les fumées *descendre* en formant un cône pointu, dont la pointe va souvent toucher le sol ou la surface de l'eau.

Or, avec notre nouveau moulinet, nous obtenons ce même résultat qui semble si paradoxal, mais qui reproduit exactement la descente du nuage en fuseau pointu tel que nous le montre la nature dans une trombe marine.

Quoique les choses se comprennent presque d'elles-mêmes, disons, cependant, pourquoi, suivant nous, de la vapeur ou des fumées *descendent* dans une gaine aérienne intérieure dont le mouvement est *ascendant* et, pourquoi, le cône ainsi formé par ces vapeurs ou ces fumées a sa pointe tournée vers le sol.

En ce qui concerne le premier point, nous n'avons qu'à rappeler l'expérience consistant à sonder l'intérieur d'un tourbillon en employant pour cela un tube recourbé et relié à un baromètre sensible ; lorsqu'on promène l'extrémité de ce tube du haut en bas dans l'axe du tourbillon, on retrouve toujours au baromètre la même dépression atmosphérique. Le tourbillon constitue donc un tube aérien reliant le moulinet au sol et, dans ce tube, la région axiale se trouve du haut en bas à une pression inférieure à celle de la pression atmosphérique régnant tout autour à l'extérieur. Si donc, par un tuyau, nous permettons l'accès dans l'axe du tourbillon à des vapeurs ou à des fumées venant de l'extérieur et soumises, par conséquent, à cette pression extérieure, ces vapeurs ou ces fumées rempliront du haut en bas la région intérieure du tube aérien et, si nous avons présenté l'orifice du tuyau adducteur dans le haut du tourbillon, nous voyons la fumée descendre en même temps qu'elle prend le mouvement de rotation autour de l'axe.

Pour expliquer le second point, c'est-à-dire la forme conique avec le sommet du cône en bas, il convient de remarquer que le tourbillon aérien formant tube prend son origine à la partie supé-

rieure, là où se trouve le moulinet générateur, dans les expériences, et là où prennent naissance les girations supérieures, dans la nature ; à mesure que les veines d'air descendent vers le sol, elles perdent un peu de leur vitesse linéaire [1] et elles perdent de cette vitesse par suite de leur frottement contre les couches stagnantes existant tout autour; la force centrifuge diminue donc aussi, en sorte que, pour chaque tranche horizontale que l'on considère dans le tourbillon, la dépression intérieure, qui est la même du haut en bas, ne se trouve plus équilibrée aux mêmes distances de l'axe de rotation par la force centrifuge ; les circonférences sur lesquelles se réalise cet équilibre vont en se rétrécissant de plus en plus, à mesure qu'on se rapproche du sol et c'est ainsi que se dessine la nappe conique.

Ajoutons que, si, dans les expériences, on peut négliger l'influence des variations de pression atmosphérique résultant de la hauteur de 1 à 3 mètres qu'avait la trombe dans ces expériences, il n'en est plus de même dans la nature où une hauteur de plusieurs centaines de mètres exerce au contraire une action très prononcée qui vient s'ajouter à la première pour effiler le fuseau conique dont la pointe est dirigée vers la terre.

Ch. Weyher.

LA GÉOLOGIE DES ALPES ET LA CARTE DE M. NOË [2]

Peu de régions ont été autant que les montagnes du système alpin l'objet des recherches des géologues ; la liste serait longue des mémoires, notes, et cartes locales concernant diverses parties des Alpes qui, depuis une trentaine d'années, ont été livrés à la publicité ; et c'est avec raison que l'on semble chercher de plus en plus dans la connaissance de cette chaîne d'origine relativement récente la solution des problèmes orogéniques ; car dans les contrées plus anciennement disloquées de l'Europe septentrionale, il semble plus difficile de les élucider, la trace des phénomènes dynamiques n'étant plus là, comme ici, fraîche et pour ainsi dire intacte. Les résultats de tant d'explorations, de tant de publications et de discussions si mémorables n'avaient cependant pas encore été réunis en un tableau unique ; on n'avait pas eu l'idée ou plutôt le courage de publier, autrement qu'à une échelle très réduite, une carte géologique de la chaîne des Alpes.

Studer en 1851 avait fait paraître comme annexe à sa *Géologie de la Suisse* une petite carte du système alpin dont l'échelle insuffisante et l'ancienneté rendent actuellement l'utilité fort contestable. Tout récemment le regretté Neumayr donna, dans son *Erdgeschichte*, sous un très petit format, également, un essai de carte géologique des Alpes ; mais, malgré tout le mérite de ce travail, ceux qui désirent pour leur enseignement plus qu'une grossière esquisse, se trouvent dans la nécessité d'avoir recours aux cartes générales de l'Europe comme celle de Dumont, où la région alpine ne saurait être traitée avec le même soin que dans un tracé spécial.

Les cartes locales pourtant ne manquaient pas : en Autriche les tracés de von Hauer ; en Bavière ceux de Guembel ; en France, la carte d'Elie de Beaumont et de Dufrenoy, celles de MM. Carez et Vasseur et du Service de la Carte géologique ; en Suisse, les levés anciens de Studer, d'Escher et la carte au 100,000e récemment achevée, donnaient d'excellents renseignements pour diverses parties de la chaîne.

Il faut savoir gré à M. Noë d'avoir entrepris, sous le haut patronage de M. Ed. Suess, la tâche ardue de raccorder toutes ces cartes conçues souvent dans un esprit très différent ; d'unifier les nomenclatures souvent difficiles à accorder des divers auteurs, et de faire concorder autant que possible

---

[1] Nous disons « linéaire » et non « angulaire ». Cette dernière vitesse va au contraire en augmentant de plus en plus, jusqu'à la pointe au bas du cône où elle est maxima.

[2] Docteur *Franz Noë*. Geologische Uebersichtskarte der Alpen, mit Erläuterungen der Verfassers und einigen einbegleitenden Worten des Professors Dr Ed. Suess. — Carte géologique générale de la chaîne des Alpes, à l'échelle du millionième, exécutée d'après les tracés géologiques de régions alpines, de l'Institut géologique de Vienne, de l'Institut géologique hongrois à Budapest, du Service des mines de Bavière, de la Commission géologique de la Société helvétique des sciences naturelles, de la Société géologique de France, de l'École des mines de Paris * et du Comité géologique d'Italie, et avec l'utilisation des recherches de MM. Baltzer, Marcel Bertrand, Bittner, Caméré, Carez, Czyzek, Diener, Escher A. Favre, E. Favre, Forel, Frech, Th. Fuchs, Gastaldi, Gerlach, Geyer, Gilliéron, Guembel, Harada, F. von Hauer, Heim, R. Hoernes, Karrer, Kilian, Lepsius, Lory, von Mojsisovics, Neumayr, Negri, H. Pichler, Renevier, Reyer, von Richthofen, Sismonda, Spreafico, Stache, Studer, Stur, Suess, Taramelli, Teller, Theobald, Tietze, Toula, Vacek, Vasseur, Waehner, Zaccagna, etc.

Vienne 1890, (Institut géographique d'Ed. Hoeltzel.), une carte dans un carton, in-folio avec notice de 27 p. in-8°.

* Il est probable que l'auteur désigne ainsi le Service de la Carte géologique de France, dont le siège est dans le même édifice que l'École nationale des Mines de Paris, mais qui constitue toutefois, comme on sait, une administration distincte ayant un directeur spécial et un personnel indépendant de celui de l'École.

les divisions statigraphiques représentées par les teintes conventionnelles; de tirer en un mot de ce chaos d'interprétations parfois contradictoires une œuvre épurée, claire, et comportant en même temps le degré d'exactitude compatible avec l'échelle adoptée.

On peut dire que M. Noë a pleinement réussi. L'unité de la chaîne alpine apparaît plus nette qu'on ne l'avait encore pu voir sur aucune carte et c'est la première fois aussi que nous trouvons de si nombreux détails, et tant de si utiles renseignements, coordonnés en un tout aussi harmonieux où l'on sent si peu la surcharge. La carte de M. Noë est appelée à rendre de grands services aux géologues des Alpes, en leur permettant de ne pas perdre de vue, tout en poursuivant leurs recherches locales, l'ensemble orographique dont ils étudient un coin particulier et en leur rappelant que leur travail ne sera vraiment fructueux que s'il contribue à la solution du grand problème orogénique; d'autre part, et comme l'a si bien dit M. Suess dans l'introduction dont il a fait précéder la Notice explicative, elle vient combler une lacune vivement ressentie dans le matériel de l'Enseignement supérieur.

I

Au point de vue matériel, la nouvelle carte de M. Noë se recommande par son format rendu maniable à l'aide d'un procédé très simple, par son impression, très lisible et peu fatigante pour les yeux. La topographie est empruntée à la carte topographique au millionième (1 centimètre pour 10 kilomètres) des Alpes de M. Haardt von Hartenthurm, exécutée dans les ateliers de Ed. Hoeltzel à Vienne. L'auteur a reproduit en grisaille la topographie de M. Haardt à laquelle les teintes géologiques sont superposées; c'est là une heureuse combinaison; on pourrait désirer cependant un peu plus de vigueur dans les hachures qui figurent le relief.

En se débarrassant d'une foule d'indications inutiles comme le tracé des routes, celui des voies ferrées et un grand nombre de noms de localités peu importantes pour le but scientifique de la carte, l'auteur n'a pas peu contribué à augmenter la netteté de son œuvre; nous remarquons également que, parmi les noms conservés, M. Noë a choisi avec beaucoup de discernement ceux des localités (Barrême, Annot, Petit-Cœur, Haering, Reit-im-Winkel, etc.) connues des géologues et qui, trop souvent, ne figurent pas sur les cartes. Les couleurs employées sont un peu crues; mais l'effet en est heureusement adouci par la topographie en grisaille dont nous venons de parler.

Quant au choix des teintes, les conventions établies au Congrès de Bologne ont été suivies dans leur ensemble, sauf pour le Trias auquel la couleur bleue a été affectée, tandis que le violet a été employé pour les dépôts paléozoïques. Ce mode de représentation, qui rend facile une confusion des dépôts triasiques avec le Jurassique, déroute beaucoup le lecteur, habitué à voir le violet réservé au Trias. De plus il rend moins facile à saisir le rôle si spécial de ce terrain, en particulier en Lombardie et dans le Tyrol. Le Permien, en raison de son importance au point de vue des mouvements anciens des massifs cristallins, a été distingué par une teinte particulière. Un figuré spécial a permis de mettre en évidence un facies qui semble lié à un épisode orogénique important de la chaîne alpine et qui affecte tantôt le Crétacé supérieur (environs de Vienne), tantôt, et le plus souvent, la partie inférieure des terrains tertiaires; nous voulons parler du Flysch, auquel M. Noë assimile au point de vue du mode de formation le puissant système des Grès des Vienne et des Karpathes.

La façon dont les documents ont été utilisés paraît être excellente : Conformément aux traditions, la surface d'une série de petits lambeaux, d'une signification souvent très grande pour l'orogénie, a été exagérée afin de rendre possible leur reproduction à la petite échelle du 1 : 1.000.000,

En ce qui concerne la France, nous regretterons qu'il ait été tenu si peu de compte des progrès que la Carte officielle au millionième (1889) a réalisés sur la carte au 500.000me de MM. Carez et Vasseur. On sait que MM. Vasseur et Carez, se basant sur les travaux des géologues italiens, ont représenté par la teinte des formations paléozoïques une large zone de schistes, allant d'Oulx à Coni par Césanne et Aiguilles, laissant en Trias une autre bande plus étroite, située à l'Ouest de la précédente. M. Zaccagna a publié en 1887 une petite carte géologique au 1 : 1.000.000 des Alpes occidentales; il a indiqué en « prépaléozoïque » (Schistes cristallins) une grande partie des formations schisteuses situées entre Césanne, Saint-Véran et le Viso, et n'a laissé comme Trias qu'une bande étroite allant de Briançon à Arvieux, Ceillac et Maurin. Sur la Carte au millionième du Service français, le tracé dû aux explorations de Lory porte au contraire une zone triasique très étendue comprenant non seulement les schistes des environs de Suze et du Mont-Cenis (prépaléozoïques pour M. Zaccagna), mais ceux de Césanne, d'Aiguilles, de Saint-Véran, etc. Suivant en partie les tracés de M. Zaccagna, M. Noë a fait figurer, comme schistes cristallins, la bande Suse-Césanne-Aiguilles et a conservé comme triasique, outre la zone portée comme telle par M. Zaccagna un grand massif entourant

Modane et la Vanoise; il en résulte que *suivant qu'ils se trouvent en Italie* ou en *France, les mêmes schistes lustrés sont portés en Trias* ou en *Terrain primitif.*

Il demeure réservé aux recherches futures de modifier entièrement les tracés géologiques de cette zone frontière de nos Alpes; pour ceux qui connaissent un peu cette région, il est incontestable que les figurés donnés jusqu'à ce jour sont tous, sauf peut-être ceux de M. Zaccagna, basés sur une interprétation erronée, provenant de l'âge que, tour à tour, l'on a attribué aux « *Schistes lustrés* » rattachés par Lory au Trias et par les membres du comité italien à la série ancienne Un accord a été conclu récemment, à la suite d'explorations faites en commun par des géologues des Services italien et français, pour considérer ces schistes comme antérieurs au Trias. Il y aura donc à les détacher des autres termes incontestablement triasiques avec lesquels ils sont confondus sur la Carte au millionième du Service français. Quant aux contours de MM. Carez, Vasseur et Noë qui ont pour résultat de figurer à l'Est les schistes lustrés comme antérieurs au Trias (Château-Queyras, Aiguilles), de les laisser au contraire vers l'Ouest (en France, Lans-le-Bourg, Mont-Cenis) en partie sous la même teinte que les gypses et les quartzites triasiques, ils ne correspondent qu'à une espèce de compromis, en quelque sorte imposé par l'état encore peu avancé des levés géologiques dans cette partie des Alpes.

Le Massif du Pelvoux est ici, comme sur la carte de MM. Carez et Vasseur, entièrement formé de schistes cristallins; il n'a été tenu aucun compte de la nature, maintenant considérée comme nettement éruptive, de la protogine ni des filons granulitiques des environs de la Bérarde. Si M. Noë avait pris davantage en considération la nouvelle Carte au millionième faite sous la direction autorisée de M. Michel-Lévy, il aurait évité cette erreur. Ajoutons aussi que la bande granitique placée au S. E. d'Allevard par M. Noë, étant formée de gneiss granulitiques et non de roche éruptive, ne figure pas sur la carte du service officiel de France.

Pour la partie des Basses-Alpes située aux environs d'Allos, de Colmars et de Barcelonnette, les explorations spéciales exécutées en vue de la publication de notre carte au millionième ont modifié considérablement les contours de MM. Carez et Vasseur. Pourquoi M. Noë s'en est il tenu à ces derniers? Il en est de même pour la vallée du Jabron (Basses-Alpes) le long de laquelle l'auteur n'a pas indiqué les lambeaux mollassiques si importants pour dater le dernier plissement de cette zone. Les alentours du Mont Viso également laissent un peu à désirer.

Signalons par contre comme facilitant beaucoup l'intelligence de certains faits orogéniques la façon dont la région des Alpes est limitée sur la carte que nous avons sous les yeux et le soin qu'a pris l'auteur d'amorcer les môles anciens limitrophes (« das Vorland ») tels que le massif de la Bohême, la Forêt-Noire, le Plateau central de la France, les Maures et l'Esterel, dont le rôle, quoique tout passif, a laissé des traces profondes dans la structure de la chaîne alpine.

Depuis l'exécution, pourtant très récente, de cette carte, de nouvelles découvertes comme celle du Nummulitique de Radstatt dans la vallée de l'Enns (Guembel, etc) ont été faites et ne figurent naturellement pas sur les tracés de M. Noë.

Les divisions adoptées[1] sont, sauf une exception

[1]. Ces divisions sont les suivantes :

γ Granite, Granulite, Protogine, Tonalite, Syénite et, à Predazzo, dans le Tyrol méridional, Phorphyrites et Mélaphyres *rouge carmin.*

σ, δ Serpentine (σ) Diorite, Mélaphyre, Gabbro, Diabase, Grünstein... *Vert foncé.*

π Porphyres, Porphyre quartzifère et porphyre à Augite *. *Vermillon avec hachures.*

β, τ Basaltes (β) Trachytes (τ). *Vermillon avec hachures.*

Gn. Gneiss, ses variétés, Gneiss central, et, dans les Alpes Suisses et occidentales (Mt. Rose) Micaschistes anciens. *Rose sans hachures.*

Kr. Micaschistes, Chloritoschistes, Talcschistes, Amphibolites. *Rose avec hachures.*

Ph. Groupe des Schistes de Casana, des Schistes lustrés et bigarrés (gris et bleus) dans les Alpes occidentales et en Suisse. Groupe des Phyllites (Schistes argileux, Schistes argilo-micacés, Schistes quartzeux Calcschistes) dans les Alpes occidentales et le Tyrol. *Violet avec hachures roses*

Ce groupe comprend des Schistes d'âge très variables, désignés habituellement par le nom de Schistes métamorphiques ou par celui de « Schistes d'âge indéterminé » dans les Alpes occidentales et la Suisse; l'auteur en a détaché une bande importante s'étendant du Valais à la Ligurie pour la rattacher au Trias, à l'exemple de Lory (V. plus haut). Les Schistes des Grisons (Bündner Schiefer) des anciennes cartes ont été également démembrés; une partie a été réunie aux Schistes métamorphiques, une autre aux Schistes cristallins, une dernière enfin (au nord de Coire), au Flysch (Crétacé supérieur et Eocène). Ainsi que l'avoue l'auteur lui-même, la lumière est loin d'être faite sur ces formations schisteuses, et il est certain ainsi du reste que nous l'avons fait remarquer, que l'avenir modifiera singulièrement les contours actuellement donnés dans la zone Mont-Cenis-Cuneo.

K. Calcaire cristallin (Marbre blanc, Cipolin). *Bleu vif.*

Pl. Paléozoïque en général (Permien exclus) *Violet pâle.* S. Silurien. *Violet pâle.* D. Dévonien.; *Violet pâle.* C. Carbonifère. *Violet pâle.* (Ces terrains ne sont distincts que dans la partie orientale de la chaîne.)

Ici encore il eût été utile, comme pour le Permien, de distinguer par une différence de teinte les formations marines des Alpes orientales de leurs équivalents continentaux de l'Ouest.

P. Permien (Dyas) : Verrucano, Grès de Grœden. *Brun.*

W. Trias inférieur : Schistes de Werfen. *Bleu pâle avec pointillé bleu foncé.*

T. Trias moyen et supérieur Calc. de Virgloria, de Reifling, de Recoaro de Buchenstein C. de Wengen, St Cassian, Houille de Lunz, Tufs porphyristiques, etc.. (y compris les couches de Raibl); Trias entier dans les Alpes occidentales. *Bleu pâle à hachures obliques.*

Le rôle important du Trias dans le Tyrol est facile à saisir, malgré la coloration bleue qui le rapproche trop du Jurassi-

* Il s'agit des roches connues en France sous le nom de porphyrites augitiques.

pour le Flysch, purement chronologiques; nous regrettons vivement que M. Noë ne se soit pas inspiré de l'essai tenté il y a quelques années par M. de Lapparent lorsque ce dernier annexa à son *Abrégé de géologie* une petite carte de France sur laquelle il avait eu l'excellente idée d'appliquer un figuré particulier aux formations lacustres ou saumâtres, c'est-à-dire de représenter sur son esquisse non seulement l'*âge* des diverses assises, mais aussi leur *facies*. L'introduction d'une telle méthode dans la cartographie géologique en augmente singulièrement la valeur théorique; elle permet à la simple inspection du tracé de se faire une idée beaucoup plus complète de l'histoire et de l'orogénie d'une région donnée.

que. On aimerait ici encore voir mis davantage en évidence les facies différents et notamment le contraste classique entre le « Trias Alpin » des chaînes centrales et orientales et le facies que revêt ce terrain à l'O. de la ligne du Rhin.

R. Dolomie principales Rhétien calcaire du Dachstein, couches de Kœssen. *Bleu pâle sans hachures.*

Cet étage atteint 800 mètres dans les Alpes orientales.

J. Lias et Jurassique (Tithonique compris). *Bleu pâle avec hachures longitudinales.*

Il eût été désirable que le Lias dont l'extension est assez différente de celle du Malm fût séparé du reste, comme aussi il eût été intéressant de voir bien délimités les facies coralligènes du Malm.

Cr. Crétacé. *Vert clair.* Une seule teinte pour le système entier. Il semble toutefois que le Crétacé supérieur aurait pu être utilement distingué, surtout à l'Est où la transgression cénomanienne aurait été ainsi mise en évidence.

E. Tertiaire ancien : Eocène (Calcaires et grès nummulitiques). *Jaune orange.* L'Eocène lacustre du S. de l'Autriche (Cosina) y est représenté par la même teinte que les calcaires à Nummulites de Faudon (Hautes-Alpes) et les assises oligocènes de Castel-Gomberto). Il y aurait eu grand avantage, comme pour le Crétacé supérieur, à figurer d'une manière spéciale les dépôts lacustres. L'extension de la mer nummulitique aurait ainsi pu être évaluée à simple vue.

F. Flysch; Facies « flyscheux » de la Craie et de l'Eocène T. *Jaune avec hachures vertes.* Flysch, Grès de Vienne, Grès des Karpathes, Macigno, Tassello, Grès de Taveglianna., Grès a Fucoïdes, etc.

Nous touchons ici à un point faible de l'œuvre de M. Noë. Non seulement il est fâcheux que les circonstances aient nécessité l'assimilation de dépôts crétacés, éocènes et souvent même oligocènes, mais nous nous heurtons a une interprétation erronée qui aurait pu être facilement évitée. Le Flysch, tel que le comprend M. Noë, ne s'étend pas plus au Sud que les environs de Chambéry; les vastes affleurements eocènes et oligocènes des Hautes et Basses-Alpes ont tous été teintés en jaune orange (E.), c'est-à-dire en Eocène alors que les puissants dépôts de Grès (Grès d'Annot) Quartzeux, de grès mouchetés (si analogues aux grès de Taveglianaz), de schistes à Fucoides et de marnes sans fossiles des environs d'Embrun, de Barcelonnette et du Massif des Trois-Évêchés (Basses-Alpes) méritent au premier chef la désignation de Flysch. En réalité la teinte de l'Eocène devrait être réduite dans ces parages à un mince liséré entourant les massifs du Flysch qui lui est superposé. L'aspect de la carte serait donc considérablement modifié.

m. Néogène Miocène (Aquitanien inclus) et Pliocène. *Jaune paille.*

Il aurait été également et plus encore que pour les autres autres terrains d'un haut intérêt de mettre en évidence par un procédé quelconque la nature marine ou lacustre des dépôts miocènes et pliocènes, ce qui eût permis de saisir facilement les relations si étroites qui existent entre la répartition de la mer helvétienne et l'âge relatif des différentes zones alpines.

q. Dépôts diluviens et alluviaux. *Jaune pâle.*

Il est probable que le domaine de ces dépôts sera, dans les Alpes septentrionales, encore notablement augmenté, une partie d'entre eux ayant été considérés à tort comme tertiaires.

En blanc : Glaciers et champs de neige.

II

Malgré l'abondance de détails que porte le tracé, surtout pour les Alpes orientales, il semble que quelques traits généraux se détachent avec plus de clarté que par le passé du travail de M. Noë. Nous croyons pouvoir en tirer le *schéma* suivant, qui pourrait fournir, s'il était développé et accompagné d'un nombre suffisant de faits justificatifs tirés des diverses monographies régionales et relié à des considérations sur l'âge des principaux mouvements alpins, le sujet d'une très intéressante étude dans le genre de celles dont M. Suess a si magistralement inauguré la série.

Le plissement alpin, tel qu'il se montre à nous, résultat démantelé d'une suite de dislocations successives, peut être décomposé, lorsque l'on fait abstraction des accidents purement locaux (affaissements, petites failles transversales, etc.), *en zones parallèles*, qui toutes participent de la courbure générale de la chaîne. Dirigées E.N.E. — O.S.O, entre le Danube et une ligne Lausanne-Turin, elles sont ensuite brusquement infléchies en demi-cercle, de façon à se recourber vers l'Est (Cuneo) et à se rattacher a l'Apennin.

1. On distingue tout d'abord sur la carte de M. Noë, une *zone centrale*, constituée par les *schistes cristallins*, avec leur cortège de cipolins, d'amphibolites, de serpentines, etc., que percent des roches granitoïdes et qui portent encore des lambeaux de sédiments paléozoïques (Schistes lustrés dans les Alpes occidentales; Phyllites, Dévonien, Silurien et Carbonifère marin des Alpes autrichiennes) et de Trias à facies variés, suivant qu'on les étudie à l'Est ou à l'Ouest de la chaîne. Émergeant près de Gratz, des sédiments tertiaires du bassin danubien, cet axe central cristallin s'étend sans interruption jusqu'en Piémont, offrant seulement quelques particularités qui n'en troublent que peu la manifeste continuité. Les affleurements paléozoïques affectent à l'Est, dans leur disposition, une symétrie assez nette par rapport à l'axe central. C'est ainsi qu'à part quelques parcelles insignifiantes et un massif plus étendu à l'extrémité orientale de la chaîne, là où la zone cristalline s'épanouit à la manière d'un éventail et va disparaître en deux branches sous les sédiments tertiaires (au nord-est et au sud-est de Gratz), ils forment deux bandes allongées dans le sens général de la chaîne : au Nord entre Neustadt et Innsbruck; au Sud de Kla-

genfurt à Mauthen et Brixen par exemple. La distribution du Permien est aussi remarquable : bordant la chaîne centrale au Nord (Hopfgarten près Kufstein) et au Sud (Botzen-Tarvis) dans les Alpes orientales ; formant des massifs toujours voisins de la bande cristalline (Mals et au Sud entre Bellagio et Storo), il se présente également dans les Alpes occidentales (Ubaye-Savone) en bordure de cette dernière.

Dans les Alpes centrales, un accident transversal d'une grande importance (Judicarienlinie de M. Suess) constitué par des fractures N.N.E. (Storo-Meran) accompagnées des éruptions granitiques et porphyriques de l'Adamello, de Botzen, Meran, et des environs N.E. de Trient, et s'étendant sur une longueur de plus de 100 kilomètres, vient troubler un moment la régularité de l'axe. Ce dernier semble avoir été brisé,et déjeté à la manière d'une baïonnette. Aussi le plan général est-il moins net dans cette région où la zone cristalline paraît comme morcelée.

Les Alpes françaises correspondent à l'inflexion en arc de cercle de toute la chaîne, signalée plus haut. La zone cristalline coïncide sur une certaine longueur avec notre frontière et, au Sud du Briançonnais, reste même en dehors de notre territoire. Une partie même semble s'être abîmée sous les plaines du Pô et c'est ainsi que disparaît, auprès de Coni, cette zone maîtresse du système alpin, dont un coup d'œil sur la carte permet de saisir la remarquable continuité depuis Neustadt en Autriche, jusqu'à Suse et Saluce en Piémont.

2. De chaque côté de cette zone se trouvent deux zones *subalpines* symétriques (Préalpes, Alpes calcaires, chaînes secondaires) :

a) Une zone interne [Sesto-Calende (Come)-Brescia-Verone] continue, de la Save au Tessin, mais dont l'extrémité occidentale disparaît, sans doute par suite d'affaissements, sous les plaines du Pô. Il est probable que, suivant l'inflexion de la zone centrale elle devait du reste ici décrire un arc de cercle de façon à venir se raccorder à la bordure nord-est de l'Apennin. Au Sud-Est, cette zone s'éloigne de l'axe cristallin, et ses lignes de dislocations s'infléchissent en éventail du côté de l'Istrie et de la Dalmatie. La structure de cette bande méridionale est assez remarquable : les synclinaux ont une tendance à se déverser vers le Sud ; peu serrés, ils possèdent pour la plupart une grande amplitude, et sont fréquemment faillés en gradins, surtout au voisinage de la dépression adriatique, (Véronais, etc.). Des éruptions récentes s'y sont en maints endroits manifestées.

b) Une zone externe, constituée également par des sédiments mésozoïques et tertiaires qui sont ici énergiquement plissés, mais plus constante et plus étendue que la précédente. De Vienne au Rhin par Kufstein, cette zone présente trois bandes bien nettes : une sous-zone intérieure, la plus rapprochée de l'axe cristallin, est formée de Trias, de Jurassique et de Tertiaire ; et, à l'extérieur, une autre sous-zone constituée principalement par le Flysch, borde la précédente et la sépare d'une bande tout à fait externe de Mollasse miocène. Plus à l'Ouest, en Suisse et dans les Savoies, la bande de Flysch se confond avec la sous-zone mésozoïque, tandis que la Mollasse se maintient toujours sur le bord externe. Cette zone mollassique avec sa continuation est la partie la plus récente des Alpes : A partir de Chambéry, elle comprend aussi ses chaînons mésozoïques, dont les synclinaux et les failles présentent encore des lambeaux de Mollasse pincée : tels le Jura et les chaînes subalpines du Dauphiné ainsi qu'une grande partie des montagnes de la Provence, dernières rides du système alpin.

Dans les Alpes occidentales, un nouvel élément s'ajoute aux précédents : à partir de Disentis et du Toedi apparaissent une série de *massifs cristallins* portant les traces de dislocations hercyniennes (antéhouillères et antéliasiques) traversées par des éruptions granitoïdes, montrant en divers points des lambeaux houillers et liasiques, et séparés de l'axe cristallin de la chaîne par une bande mésozoïque (Andermatt) qui comprend, au S. O. de Sion, de vastes affleurements de Houiller continental. Cette bande cristalline, la *première zone alpine* de Lory qui contient les massifs les plus élevés et les plus imposants des Alpes : le Mont-Blanc, la Meije, le Pelvoux, apparaît ainsi comme un simple accident dans le plan général du système alpin, comme un *fragment remanié de l'ancienne chaîne hercynienne*, compris dans la bande secondaire externe.

En effet, à partir du Toedi et surtout de Sion (Valais) cette zone secondaire septentrionale jusque-là unique se divise vers l'Ouest en deux bandes qui laissent percer entre elles, comme par une boutonnière, les massifs cristallins de la première zone alpine (Mont-Blanc-Belledonne-Pelvoux), pour se rejoindre ensuite dans le Gapençais, puis se séparer de nouveau un moment et laisser place au massif cristallin des Alpes-Maritimes (Mercantour), de même ordre que ceux que nous venons d'énumérer. La zone Valais-Briançon-Savone que signale sur la carte une traînée d'affleurements triasiques et houilliers (2e et 3e zones alpines de Lory) n'est donc autre chose qu'une partie ici isolée des chaînes secondaires bavaroises et autrichiennes. En même temps, la zone du Flysch qui à l'Est formait une bordure externe régulière au nord des

chaînes mésozoïques continue à se maintenir, quoique moins distincte, au nord de la zone subalpine et de ses enclaves cristallines (1re zone), tandis qu'à partir de la Maurienne, une nouvelle bande de Flysch, marquée par erreur comme formée d'Eocène à facies ordinaire sur la carte V. plus haut), mais très nette et très développée, vient se placer entre ces dernières et l'axe cristallin central, entoure au S. et au S. O. le Pelvoux de ses accumulations détritiques, acquiert dans les Basses-Alpes un grand développement et se continue avec la zone secondaire vers la Méditerranée, enclavant la boutonnière cristalline des Alpes-Maritimes et du Mercantour.

La 1re zone alpine de Lory peut donc n'être considérée que comme une annexe s'intercalant dans la zone subalpine externe, de Disentis à Tende, en une série de massifs, sorte de chapelet, dans l'intervalle desquels les deux sous-zones secondaires se confondent à plusieurs reprises dans les environs de Louèche (Leuk), Sion et de Chorges-Barcelonnette). Les mouvements orogéniques les plus récents (fin du Miocène, Pliocène) semblent s'être manifestés dans la bande externe seulement, la zone interne de ces deux séries de chaînes calcaires n'ayant subi probablement que des plissements datant du milieu des temps tertiaires.

C'est au fait de s'être trouvées refoulées entre les massifs de la zone centrale et les môles anciens (Vorland), bourrelets déjà plissés extérieurs au système alpin, tels que le massif de la Bohême, la Forêt Noire et les Vosges, la Serre, le Plateau central de la France, les Cévennes et les Maures, que les zones secondaires externes des Alpes doivent leur constitution si compliquée et les nombreux accidents (plis couchés, etc.), qui témoignent d'une poussée intense émanant de la zone centrale et dirigée vers la bordure externe (N., N O et O.). C'est dans la disposition des éléments constituant les chaînes subalpines, que se décèle ainsi avec le plus de netteté cette influence des massifs anciens que l'on pourrait qualifier d'*influence hercynienne* [1].

Entre Vienne et Constance par exemple, les plissements subalpins sont à peu près parallèles au bord du massif de la Bohême. Le Jura représente un arc extérieur de plis subalpins s'écartant un moment du faisceau; déviés par le petit massif de la Serre, ils viennent, à Brugg (Argovie), s'écraser contre la terminaison méridionale de la Forêt Noire (Pli couché du Boetzberg). Enfin dans la région Delphino-Provençale, nous avons fait [1] ressortir la façon frappante dont les dislocations récentes se sont pour ainsi dire adaptées aux contours anciens du Plateau central et des Maures.

L'effet des mouvements alpins sur les masses hercyniennes elles-mêmes déjà plissées a été indiqué du reste par M. Julien, puis plus complètement mis en lumière par M. Michel-Levy. Ils ont été faillés à leur tour lors des mouvements subalpins; on y remarque des synclinaux et des anticlinaux à vaste amplitude, de date récente, bien distincts des plis anciens résolus en gradins et en failles; mais c'est entre la zone centrale des Alpes avec ses puissantes et larges voûtes (Simplon, Mont-Cenis),et ces masses hercyniennes remaniées, que se trouve la zone des plis aigus,des isoclinaux, des contournements et dislocations énergiques qui caractérisent les Préalpes. Pour les chaînes secondaires de la bande interne méridionale (zone subalpine interne), il en est tout autrement. Au Sud, dans le Bellunais, la Lombardie, le Véronais, l'allure qu'affectent les éléments de la zone secondaire est tout autre. De vastes plis d'une grande amplitude, morcelés et décomposés en gradins par des failles, témoignent d'un refoulement moins intense, de l'absence de môles rigides, comparables aux massifs hercyniens, qui ont donné à la zone subalpine externe son caractère spécial et, comme l'a si bien fait voir M. Suess, d'un affaissement considérable du sol autour de l'emplacement actuel de l'Adriatique. Ces fractures et ces flexures du Bellunais vont en effet, à l'Est, quitter la direction alpine et s'incurver vers le S. S. E. (Dalmatie) suivant le contour adriatique et méritant la dénomination de « périadriatiques » qu'on leur a quelquefois appliquée.

Ainsi, quoi qu'il en soit de ses légères imperfections, la carte de M. Noë permet d'embrasser d'un coup d'œil le vaste ensemble alpin et fournit une base excellente aux recherches à venir.

W. Kilian,

Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de Grenoble.

[1] C'est également par l'existence d'anciens reliefs hercyniens ou d'une zone d'eaux, très peu profondes au large du rivage formé par notre Plateau central et à l'emplacement de nos Alpes françaises, que l'on peut expliquer le facies détritique (quartzites) et lagunaire du Trias dans la plus grande partie des Alpes occidentales, alors qu'à l'Est régnait le régime franchement marin.

[1] *Ann. des sciences géologiques, t.* XX.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Gomes Teixeira (F.), *Director de Academia Polytechnica do Porto.* — **Curso de Analyse infinitesimal. Calculo differencial**, 2e *édition* 1890, *Porto, typographia occidental, rua da fabica*, 66.

Nous avons rendu compte dans la *Revue* du 30 juin 1890 du volume que M. Gomes Teixeira venait de faire paraître sur le calcul intégral ; une seconde édition du volume sur le calcul différentiel a été publiée récemment. Nous ne pouvons que répéter à cette occasion ce que nous avons déjà dit sur l'importance de cet ouvrage qui est très complet et très au courant de toutes les nouvelles recherches.

L. O.

Longridge (James Atkinson). — **Smokeless Powder and its influence on gun Construction.** *Mem. Ins. Civil. Eng.; hon mem. of England Isntitute of mining and mechanical engineers.* — *Spon, 125, Strand. London; New-York, 12 Cortland Street*, 1890.

M. Longridge a publié récemment un traité de balistique interne dont il a été rendu compte dans la *Revue* (n° 11, 15 juin 1890, page 340) ; au cours du dernier chapitre de ce traité, il faisait allusion aux nouvelles poudres sans fumée qui attirent si vivement en ce moment l'attention des artilleurs ; il vient de compléter son ouvrage en consacrant à ces poudres un petit opuscule de 50 pages.

Il examine successivement quels sont les avantages des poudres sans fumée dans les canons d'acier forgé du nouveau type, quelle sécurité elles présentent, quelles modifications leur usage entraînera dans la fabrication des canons, quels effets d'érosion elles produisent, quel degré de conservation elles possèdent. Les remarques de M. Longridge, sans donner la solution complète de ces questions, offrent un très réel intérêt.

L. O.

Dwelshauvers-Dery (V.), *Professeur de mécanique à l'Université de Liège.* — **Le Révélateur Donkin et l'action des parois des cylindres à vapeur.** *Mémoire présenté à la Société industrielle de Mulhouse*, 1890.

L'appareil présenté à la Société industrielle de Mulhouse par M. Dwelshauvers-Dery et destiné aux mesures thermométriques et calorimétriques des phénomènes dont la machine à vapeur est le siège, complète avec les freins, les dynamomètres, les indicateurs de pression, l'ensemble des appareils de mesure nécessaires à l'étude des machines à vapeur.

Le point de départ du *Révélateur Donkin* est un appareil très sommaire disposé pour l'étude des condensations et des vaporisations qui se produisent dans la machine à vapeur à la surface des parois intérieures du cylindre.

Dans l'état actuel, le Révélateur permet d'étudier la propagation de la chaleur à travers le métal des cylindres, les effets de l'enveloppe, de la surchauffe, des grandes et des petites vitesses ; c'est, en un mot, un *indicateur d'échanges* de chaleur, aussi bien que de propagation de la température à travers les parois métalliques.

L'appareil peut s'adapter sur les cylindres aussi facilement qu'on y adapte l'indicateur de pression. La vapeur y arrive dans un corps cylindrique formé du même métal que le cylindre. Dans l'épaisseur des parois de ce cylindre, et à diverses distances de son axe, sont creusés de petits puits où des thermomètres plongent dans le mercure. La température de la vapeur est prise sur un thermomètre placé dans un petit cylindre métallique à parois très minces et plongeant au milieu de la vapeur.

Il est difficile d'apprécier dès maintenant les services que peut rendre cet appareil ; mais il faut noter qu'il a permis d'établir indubitablement les faits suivants : Vers les parois intérieures des cylindres, et sur une certaine épaisseur, la température est variable ; ce qui indique que tantôt la paroi cède de la chaleur à la vapeur, et que tantôt c'est la vapeur qui cède de la chaleur à la paroi. Sur la partie complémentaire de l'épaisseur, qui est grande relativement à la précédente, la température est constante en chaque point, ce qui indique que le transport de chaleur se fait dans le même sens, vers l'extérieur.

A. Gouilly.

Thurston (R. H.). — **A practical method for reducing the internal wastes of the steam-engine.** — *American Society of civil Engineers, New-York*, 1890.

On sait que la majeure partie de la chaleur perdue dans la machine à vapeur est due aux échanges à travers la paroi métallique du cylindre et du piston. Hirn a, le premier, appelé l'attention sur l'importance capitale de ce phénomène et M. Dwelshauvers a publié, sur ce point, des études célèbres. Depuis lors, de nombreuses tentatives ont été faites pour réduire cette perte, ainsi que celle qui se produit par la condensation. On a surchauffé la vapeur, on a imaginé les enveloppes, on a construit des compound, on a cherché à rendre moins bonnes conductrices les surfaces internes du cylindre et du piston. C'est à ce dernier système que se rapporte la communication de M. Thurston ; voici, en principe, quel est son système :

On sait que la fonte ordinaire contient de 2 à 6 0/0 de charbon ; si on la soumet à une lente oxydation, le fer disparaît et le charbon reste à la surface sur une profondeur qui dépend de la méthode suivie et de la durée de l'action ; on a ainsi diminué la conductibilité à la chaleur de cette surface.

Un des meilleurs procédés pour produire l'oxydation dont il s'agit consiste, d'après M. Thurston, à traiter la fonte par un mélange d'une partie d'acide sulfurique dans dix parties d'eau et de laisser l'action se produire pendant une dizaine de jours.

Il soumet les parties internes de la machine à ce traitement, convertissant ainsi leur surface en une matière fortement chargée de carbone et, par suite, comparativement médiocre conductrice. Bien entendu, les parties frottantes ne sont pas traitées ainsi ; mais, comme elles sont entretenues à un haut degré de poli, leur pouvoir conducteur est très diminué, et elles ont, au point de vue qui nous occupe, un intérêt moindre.

Les surfaces préparées comme il vient d'être dit et rendues ainsi un peu poreuses sont enduites alors d'une huile mauvaise conductrice qui, en même temps qu'elle diminue encore leur conductibilité, augmente leur résistance aux agents de destruction, aux variations de pression et de température, à l'humidité.

Les expériences faites dans les premiers mois de 1890, au laboratoire de Sibley College, Cornell University (New-York), semblent montrer que le procédé a un réel intérêt pratique. M. Thurston pense que ce simple traitement réduirait la perte dans le cylindre « de la moitié au moins », ce qui correspondait à 10 0/0, et même pour les machines de petites dimensions, à 20 0/0

de la vapeur consommée. Ce résultat, s'il était acquis, serait considérable; les premiers essais entrepris ne sont pas suffisants pour qu'on puisse se prononcer d'une façon certaine; il faut espérer que M. Thurston poursuivra ces très intéressantes recherches.

J. POULET.

2° Sciences physiques.

Brillouin (M).—**Principes généraux d'une théorie élastique de la plasticité et de la fragilité des corps solides.** *Annales de l'Ecole Normale supérieure, décembre* 1890.

« La théorie élastique des corps plastiques et fragiles est un de ces sujets délicats sur lesquels on ne peut espérer atteindre la vérité par l'expérimentation pure : la preuve est faite surabondamment par le nombre prodigieux de mémoires de mesures qui, chacun à son tour, obscurcissent davantage un sujet déjà peu clair. » Ainsi s'exprime M. Brillouin dans son mémoire : il croit à la nécessité de faire des hypothèses et de les développer jusqu'au point où elles peuvent être comparées avec l'expérience.

Celle qu'il introduit n'est pas, à proprement parler, une hypothèse ; c'est un principe extrêmement simple qui est contenu en germe dans la théorie ordinaire de l'élasticité : seulement il fallait l'y apercevoir et le mettre en évidence.

Pour un corps isotrope soumis aux lois de Hooke, dans lequel, par conséquent, les déformations sont proportionnelles aux forces déformatrices, les équations qui lient ces quantités sont toujours résolubles par rapport aux forces déformatrices; tandis que si l'on essaie de les résoudre par rapport aux déformations, il pourra y avoir indétermination. A tout système de déformations correspond un système de forces élastiques déterminé, *mais la réciproque peut n'être pas vraie.*

Un des cas d'indétermination est bien connu : le cas où la *rigidité* est nulle : le corps est alors fluide. Si on le soumet à des forces tangentielles ou à des pressions normales inégales en divers sens, il ne prendra pas un état d'équilibre défini : il se séparera, il coulera.

On conçoit très bien que, de même, dans un corps solide donné, un système particulier de forces déformatrices puisse faire naître un système de déformations indéterminé. Si ce système de déformations a lieu sans variation de densité, la déformation peut s'accroître sans rupture : le corps est *plastique.* Si elle a lieu avec variation de densité, elle entraîne la rupture dans la région où la dilatation cubique est la plus grande : le corps est *fragile.*

On voit combien ce principe est simple et fécond : il pourra permettre de faire rentrer, sans introduire aucune théorie moléculaire nouvelle, les propriétés des corps fragiles et plastiques dans les propriétés générales des corps élastiques auxquels s'applique la loi de Hooke : les deux mémoires qu'annonce M. Brillouin ne sauraient manquer de jeter une vive lumière sur la question.

Bernard BRUNHES.

Chapel d'Espinassoux (G. de). — **Traité pratique de détermination du temps de pose.** — *1 vol., (Bibliothèque photographique), Paris. Gauthier-Villars, 55 quai des Grands-Augustins,* 1890.

M. de Chapel d'Espinassoux a exposé avec beaucoup de méthode, dans un espace relativement restreint (120 pages in-8°) tous les points essentiels que le photographe a à approfondir pour déterminer le *temps de pose*, le facteur principal de toute opération photographique.

L'ouvrage débute par une classification des différentes données du problème : données *naturelles* dépendant de la lumière et du sujet; données *optiques* dépendant de l'objectif et du diaphragme; données *chimiques* dépendant de la nature de la couche sensible ainsi que du révélateur; et enfin données *anormales* ou mécaniques, dépendant des mouvements du sujet dans les épreuves instantanées.

Nous n'entrerons pas dans le détail de l'exposition : disons seulement que l'auteur donne des formules simples pour déterminer le temps de pose suivant les divers cas, suivant la saison, l'heure, etc., et la nature de l'objet. Un tableau de temps de pose en fractions de seconde, pour les vues instantanées, termine ce livre extrêmement intéressant.

M. de Chapel d'Espinassoux n'exclut pourtant pas l'usage rationnel des photomètres et recommande, dans les cas spéciaux, l'usage des deux meilleurs : le photomètre de M. Decoudun et surtout le photomètre de M. Louis Olivier.

Enfin il préconise avec raison l'usage des plaques isochromatiques et, quand c'est possible, le procédé si remarquable et si simple indiqué par M. Lippmann pour obtenir des épreuves des objets colorés en *valeur vraie.* La photographie du paysage ne saurait que gagner à ne plus avoir les prairies et les arbres en noir profond. M. de Chapel d'Espinassoux a pensé qu'il était utile de faire connaître aux amateurs cette méthode déjà connue des savants : je ne puis que l'approuver en cela.

L'auteur, dans sa préface, adresse surtout son ouvrage aux débutants : qu'il me permette de lui dire que son livre, utile à ceux-ci, serait pourtant d'une lecture profitable à plus d'un photographe de profession. Il y a là excès de modestie, et c'est la seule critique que je puisse faire de cet excellent ouvrage qui a sa place marquée dans la bibliothèque de tout photographe, amateur ou praticien.

Alphonse BERGET.

Pickering. — **Etude sur la nature de la dissolution.** *Journal of the chemical Society,* 1890.

Ce volumineux mémoire contient l'application à un certain nombre de cas de la méthode proposée par M. Mendeleeff pour l'étude des dissolutions. M. Mendeleeff suppose que la densité d'une dissolution est proportionnelle au poids de corps dissous. Tant qu'il n'y aura qu'un seul corps au sein du liquide, la courbe qui représentera la densité en fonction de la concentration sera une droite. S'il se forme au contraire, dans la dissolution, des hydrates partiellement dissociés, la courbe prendra une forme plus ou moins complexe; mais la disparition d'un hydrate déterminé correspondra toujours à un point anguleux de la courbe. En somme, d'après cela, la recherche des hydrates définis qui existent à l'état de dissociation partielle au sein d'une dissolution, revient à la recherche des points anguleux de la courbe représentant les densités ou une autre propriété. Pour faciliter la recherche de ces points anguleux, M. Mendeleeff construit les courbes en portant en ordonnées, non les densités, mais les différentielles successives de cette variable. On obtient ainsi des courbes plus simples, et après un nombre suffisant de différenciations, des droites, mais sans que les points anguleux soient déplacés. En opérant sur l'acide sulfurique, M. Mendeleef avait trouvé que la première différenciation conduisait à une courbe formée d'une série de droites. M. Pickering, en opérant sur le même corps, est obligé d'aller jusqu'à la seconde différenciation et il conclut, de la forme de sa courbe, à l'existence de 17 hydrates définis de l'acide sulfurique, dont les formules varient de 36 $SO^4H^2 + H^2O$ à $SO^4H^2 + 5000\,H^2O$. Il applique le même procédé d'étude à la chaleur de dilution et à la conductibilité électrique. Les résultats ne présentent qu'une concordance très faible avec ceux de MM. Mendeleeff et Crompton, et même entre eux.

La méthode employée par M. Pickering a reçu de M. Arrhénius des objections très graves : il ne semble pas, notamment, que l'on doive chercher à faire coïncider les points anguleux avec des compositions moléculaires définies, car la place de ces points anguleux varie avec la température à laquelle on fait les mesures. Enfin le principe de la méthode est lui-même

attaquable. Dire que la courbe correspondant à la seconde différenciation est formée d'une série de droites, cela revient à dire que la densité est représentée par une série de courbes du troisième degré. Comme on n'a qu'un nombre fini d'expériences, on peut trouver une infinité de systèmes de courbes passant exactement par tous les points expérimentaux. La divergence des résultats obtenus par les différents expérimentateurs montre que cette indétermination existe bien en réalité.

Georges Charpy.

3° Sciences naturelles.

Billet (A.). — **Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des Bactériacées.** *Bulletin scientifique du Nord de la France et de la Belgique*, t. XXI, 1890.

La grande majorité des nombreux travaux auxquels, depuis une dizaine d'années, les Bactériacées ont donné lieu, ont été entrepris pour élucider le rôle de ces microorganismes dans les fermentations et la production des maladies. La morphologie des microbes a été jusqu'ici à peu près délaissée et reste presque tout entière à faire. M. Billet, par de patientes et longues recherches, a essayé de combler en partie cette regrettable lacune, en suivant l'évolution de quelques espèces dans un même milieu et les modifications que subissent ces espèces sous l'influence du changement de milieu.

Deux théories sont actuellement en présence relativement à la morphologie des microbes. Les uns, avec Cohn, sont partisans de l'immutabilité des espèces et des formes; les autres, avec Ray-Lankester, Cienkowski et Zopf admettent le polymorphisme ou pléomorphisme de ces êtres, c'est-à-dire que les différentes formes peuvent dériver les unes des autres. Les observations et les expériences faites par M. Billet sur le *Cladothrix dichotoma* et le *Bacterium parasiticum*, ainsi que sur deux espèces nouvelles de Bactéries, le *Bacterium Balbianii* et le *B. osteophilum*, l'ont conduit à admettre que la plupart des Bactéries passent par plusieurs phases pendant le cours de leur développement, et suivant les milieux où elles vivent. Ces phases sont au nombre de quatre : *état filamenteux*, *état dissocié*, *état enchevêtré*, *état zoogléique*.

Ces différents états correspondent chacun à un groupement morphologique particulier des éléments bactériens, en rapport avec des conditions spéciales de milieu. Parmi ces conditions de milieu, les unes sont intrinsèques, c'est-à-dire inhérentes à la nature nutritive même du milieu; d'autres sont extrinsèques, c'est-à-dire liées à des phénomènes extérieurs, température, pression, quantité plus ou moins grande d'oxygène etc. Aussi la succession de ces différentes phases n'a-t-elle rien de fixe, ni de constant dans le cours du développement de chaque Bactériacée. Tel ou tel état, sous des conditions de milieu les plus diverses, peut évoluer rapidement vers un autre état, ou même faire complètement défaut. D'autre part, si le milieu ne se modifie pas, on peut conserver le même état pendant longtemps, sans que lui-même se modifie.

L'état filamenteux est l'état végétatif par excellence. Sous cet état les éléments bactériens, qu'ils naissent directement de la spore, ou qu'ils proviennent d'un autre état, se disposent bout à bout en séries longitudinales, ou en chaînes articulées, dont chaque article est représenté par un élément. Les éléments en général immobiles se présentent sous trois formes principales : formes rectilignes (*Leptothrix*, *Bacillus*, *Bacterium*), formes courbes (*Vibrio*) et formes spiralées (*Spirillum Spirochæte*). Ces formes proviennent de l'élément rectiligne primitif et peuvent passer de l'une à l'autre sous la moindre influence. Il ne saurait donc être question de polymorphisme ou de pléomorphisme, dans le sens où un grand nombre d'observateurs semblent le comprendre, et qui, selon eux, tendrait à faire croire que chaque forme d'élément bactérien, représentant une espèce ou même un genre spécial de Bactériacée, se transformerait en une espèce nouvelle en changeant de forme.

L'état dissocié est avant tout une phase de dissémination; il est caractérisé par la mise en liberté des éléments constitutifs de l'état filamenteux. Les éléments sont alors essentiellement mobiles et se présentent sous toutes les formes qu'on rencontre dans l'état filamenteux; ils continuent à se multiplier par division et restent quelquefois accouplés deux à deux ou en chaînette d'un petit nombre d'éléments.

L'état enchevêtré se présente sous forme de filaments enchevêtrés les uns dans les autres, comme autant d'écheveaux à mailles plus ou moins serrées. Il constitue un état transitoire entre l'état filamenteux et l'état dissocié, ou entre un de ces deux états et l'état zoogléique.

Dans la dernière phase du cycle évolutif des Bactériacées, l'état zoogléique, les éléments se groupent suivant certaines dispositions qui paraissent varier pour chaque espèce. Autour de chaque élément se sécrète une gangue gélatiniforme épaisse et l'élément ainsi encapsulé devient immobile. Dès lors, l'état zoogléique présente une succession de stades auxquels l'auteur attache une grande importance à cause de leur constance : 1° chaque élément est entouré d'une gangue propre; 2° les éléments se segmentent dans deux directions et forment des groupes en tétrades, se développant uniquement en superficie (stade *Merismopedia*); 3° les éléments se segmentent dans les trois directions (stade *Sarcina*); 4° la division des éléments se poursuit activement et donne lieu à la formation de capsules agglomérées, renfermant un nombre illimité d'éléments se présentant sous la forme *Bacterium*, (stade *Ascobacteria* ou *Glœocapsa*). Ces groupes de capsules affectent entre elles des dispositions caractéristiques, sous forme arborescente (*Cladothrix dichotoma*), sous forme cérébroïde (*Bacterium Balbianii*), sous forme aciniforme (*B. osteophilum*), et sous forme losangique (*B. parasiticum*). Cet état zoogléique définitif avec son allure propre et constante, pour telle ou telle Bactériacée, paraît devoir constituer, selon M. Billet, un caractère de premier ordre, pour la différenciation des des espèces de Bactériacées. Suivant lui, une Bactériacée ne peut être spécifiée que d'après l'ensemble de ses caractères; il ne suffit pas d'indiquer les formes qu'on rencontre dans tel ou tel milieu, il faut rechercher si telle ou telle forme reste constante et identique à elle-même suivant les milieux où on la cultive.

Si les observations de M. Billet n'ont pas peut-être toute la portée générale qu'il tend à leur donner, puisqu'elles ne sont relatives qu'à un petit nombre d'espèces, elles ont le grand mérite d'avoir été poursuivies avec toute la rigueur scientifique que comportent de semblables recherches; son mémoire comptera assurément parmi les meilleurs travaux sur la morphologie des microbes.

F. Henneguy.

Certes (A.). — **Sur un Spirille géant développé dans les cultures de sédiments d'eau douce d'Aden.** *Bull. de la Soc. Zool. de France*, XIV, *p.* 322.

En rendant compte des études de M. Certes sur les Protozoaires du cap Horn, nous montrions de quelle utilité pouvait être la récolte, puis la mise en culture des plantes desséchées ou des sédiments provenant de régions dont la faune est encore mal connue. L'intéressante note que nous résumons ici (en utilisant aussi des observations inédites, communiquées par l'auteur) nous en donne un nouvel et frappant exemple.

En cultivant avec les précautions d'usage des Conferves desséchées, recueillies par M. le Dr F. Jousseaume à l'entrée des citernes d'Aden, M. Certes a observé, entre autres organismes, un remarquable Spirille de taille gigantesque, comprenant jusqu'à 70 tours de spire et long, suivant le nombre de ceux-ci, de 5 à 250 μ; la

largeur est de 7 à 8 μ. Qu'il soit vivant (fig. 1, 3, 5 et 6), ou fixé par l'acide osmique (fig. 2 et 4) l'organisme

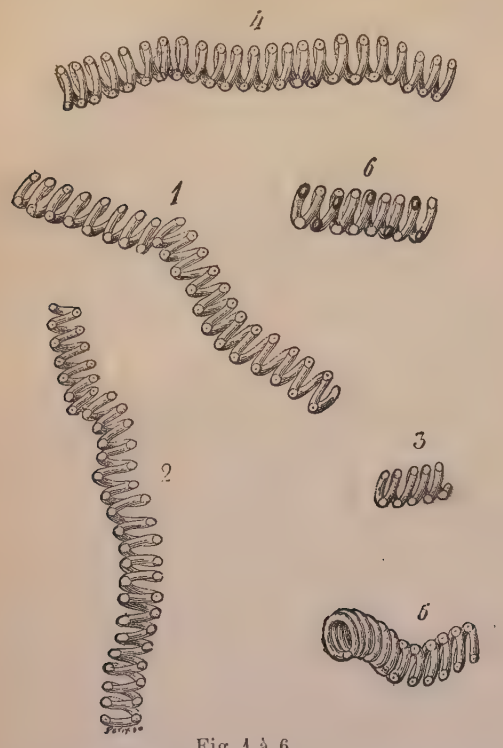


Fig. 1 à 6.

présente des tours de spire étroitement juxtaposés; de l'entrecroisement des filaments sur les parties latérales résulte un aspect singulier : on dirait une double rangée de perles ou de spores.

Mais celles-ci se voient rarement et ne se présentent d'ailleurs pas avec une si parfaite régularité (fig. 6). Elles sont ovoïdes et sont mises en liberté par dissolution du filament.

Le Spirille non sporifère progresse ou recule au moyen d'ondulations soit verticales, soit horizontales; il tourne rarement sur son axe. Ce mode de locomotion est, au contraire, celui des individus sporifères. Dans aucun cas, des cils vibratiles ou des flagellums n'ont pu être aperçus; mais l'existence de semblables appendices semble être démontrée par ce fait que les individus fixés par une de leurs extrémités déterminent dans le liquide un tourbillon énergique.

La nature microbienne de cet organisme de grande taille est évidente; M. Certes le désigne sous le nom de *Spirobacillus gigas*. Monté dans le baume, il se déroule plus ou moins sous l'action de la chaleur (fig. 7). Il est très comparable, sauf pour la taille et la couleur, au *Sp. Cienkowskii* Metchnikoff, parasite des Daphnies.

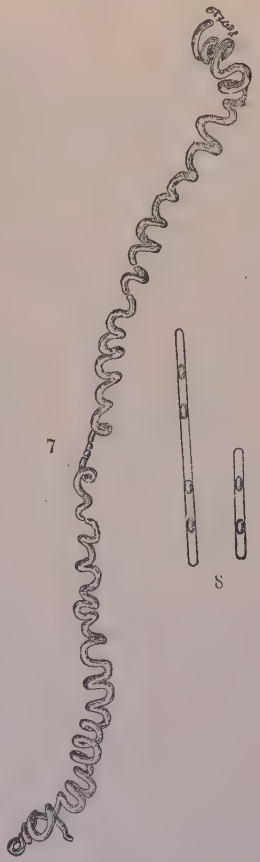


Fig. 7 et 8.

Un fait encore inexpliqué mérite aussi d'être mentionné. Des exemplaires recueillis pendant l'hiver de 1888 à 1889 purent être revivifiés plusieurs mois de suite, puis cessèrent de donner des cultures, même à l'étuve. De nouveaux essais tentés en juin 1890 ont pleinement réussi. Il semble donc que la reviviscence ou la reproduction des organismes desséchés dépende, outre les conditions de température, de quelques autres conditions encore indéterminées.

Dr R. Blanchard.

Hérouard (Ed.), *Préparateur de Zoologie à la Sorbonne.* — **Recherches sur les Holothuries des côtes de France.** *Thèse pour le doctorat ès sciences; in-8° de 170 pages avec 8 planches en couleur. Archives de Zoologie expérimentale, 2e série, vol. 7, 1890.*

Les Holuthuries représentent probablement le groupe le plus ancien des Echinodermes; aussi leur étude est-elle d'une haute importance au point de vue phylogénique. Les résultats acquis jusqu'ici manquaient trop souvent de précision et de généralité; aussi M. Hérouard a-t-il pu combler de nombreuses lacunes dans l'ordre des *Pedata*, qu'il a spécialement étudié.

Dans la description des téguments et des organes, l'auteur insiste sur les rapports d'une couche de tissu conjonctif lâche, qu'il appelle couche lacunaire et dans laquelle se déplacent en grand nombre les amibocytes chargés de la nutrition des tissus. A propos de la formation des plaques calcaires, il émet une théorie nouvelle; pour lui, chaque plaque est précédée d'une mosaïque de cellules hexagonales; le calcaire se dépose le long des parois de contact, de manière à figurer d'abord un $\overset{\vee}{\underset{\wedge}{|}}$, puis un réseau hexagonal, en ménageant naturellement des trous correspondant aux noyaux cellulaires, trous qui ne sont jamais comblés.

M. Hérouard donne d'excellents détails sur la constitution du bulbe aquo-pharyngien : les canaux ambulacraires radiaux, peu après leur naissance, communiquent par de petits orifices avec les tentacules buccaux, qui sont par conséquent des ambulacres modifiés et non point des diverticules directs de l'anneau, comme on le croyait autrefois. L'espace péripharyngien, compris entre la portion dilatée et interne des tentacules buccaux et le tube digestif, traversé par de nombreux tractus rayonnants, n'est qu'une dépendance du cœlôme, avec lequel il communique par cinq grands trous interradiaires.

M. Hérouard montre que les nerfs radiaux sont divisés sur toute leur longueur en deux bandes, l'une mince et interne, l'autre beaucoup plus épaisse et externe. Entre le ruban radial et le canal ambulacraire, se trouve un sinus (canal subnervien); au-dessus du ruban, du côté de l'extérieur, il y a un autre espace, dit extranervien, qui se prolonge d'ailleurs au-dessus de l'anneau nerveux oral. Ces deux cavités, de valeur et d'origine différentes, forment ce qu'on appelait autrefois les espaces périhémaux ou périnerviens.

L'appareil lacunaire sanguin (système amœbophore de M. Hérouard) est constitué par un anneau péripharyngien diffus, qui reçoit les absorbants intestinaux (lacunes marginales) et émet cinq lacunes radiales logées dans la paroi externe des canaux ambulacraires, De la lacune marginale dorsale (ou externe) se détache une lacune génitale (canal problématique) qui aboutit aux organes génitaux.

A propos des organes arborescents, dont les fonctions respiratoire et excrétrice sont bien connues, l'auteur montre qu'ils agissent aussi comme appareils hydrostatiques, se vidant lorsque l'animal veut se contracter, se remplissant lorsqu'il veut s'épanouir. Le chapitre relatif aux processus mécaniques de la rétraction et de l'extension du corps est particulièrement intéressant.

D'après M. Hérouard, les tubes de Cuvier, que Semper et Jourdan ont considérés comme organes de

défense, n'auraient pas cette signification : ce seraient des organes arborescents transformés, adaptés à des fonctions glandulaires spéciales. Il donne de bons détails sur le processus de leur dilatation par l'eau du cloaque et sur leur rejet hors du corps de l'Holothurie ; il considère ce rejet comme le premier acte de l'expulsion du tube digestif, qui se produit, comme l'on sait, lorsque l'animal est irrité ou mal portant.

M. Hérouard termine son travail par la liste des espèces qu'il a rencontrées dans l'Océan et la Méditerranée, aux stations fondées par M. de Lacaze-Duthiers à Roscoff et à Banyuls ; l'auteur, ayant pu étudier un grand nombre d'échantillons vivants, a rectifié plusieurs descriptions et créé trois espèces, le *Colochirus Lacazii* et deux *Thyone* (*T. subvillosa et Roscovita*).

En résumé, ce travail fournit aux morphologistes d'excellents renseignements anatomiques et physiologiques, qui permettront de comparer avec plus de fruit les Holothuries avec les Echinodermes plus récents.

L. Cuénot.

4° Sciences médicales.

Spillmann (P.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy.* — **Manuel de diagnostic médical et d'exploration clinique.** 2e *édition.* 1 *volume G. Masson*, 120, *boulevard Saint-Germain, Paris*, 1890.

Un bon manuel doit être clair et concis tout en étant très complet. Le petit livre publié par le Professeur Spillmann possède au plus haut point ces qualités. Il se caractérise en outre par ce fait que, tout en conservant ce qu'il y a de bon dans les traditions de l'ancienne clinique, l'auteur a parfaitement montré l'utilité pratique des nouveaux moyens d'investigation mis à notre portée par les progrès de la chimie et les découvertes de la microbiologie. C'est ainsi qu'il est pour les praticiens un aide-mémoire très utile, pour les étudiants un excellent livre d'instruction.

Dr E. De Lavarenne.

Audry (Ch.). — **Etudes sur les tuberbuloses du pied. Anatomie pathologique.** *Revue de chirurgie, Paris, août* 1890, p. 657.

L'examen d'un grand nombre de pièces anatomiques, recueillies dans le service de M. Ollier à Lyon, conduit l'auteur à distinguer dans les tuberculoses du pied une série de types pouvant être différenciés les uns des autres :

1° *Tuberculose du tarse postérieur*, répondant à l'ancienne tumeur blanche du cou-de-pied, d'origine synoviale et tibio-péronière généralement, exceptionnellement partie de l'astragale ou du calcanéum, se développant surtout dans l'articulation tibio-tarsienne et accessoirement dans la sous-astragalienne.

2° *Lésions associées du calcanéum et de l'astragale* ; ce type comprend le plus grand nombre des tubercules astragaliens qui évoluent dans la tête ou le col de l'astragale, se propageant le long du ligament interosseux et par lui à la grande apophyse du calcanéum. Les articulations sous-astragaliennes sont, bien entendu, toujours malades; l'interligne de Chopart n'est toutefois que peu atteint.

3° *Tuberculose centrale juxta ou intra-épiphysaire du calcanéum.* Cette tuberculose peut aboutir à des cavités s'étendant jusque sous le périoste ; quand elle envahit les articulations voisines, c'est presque toujours les sous-astragalienne qu'elle gagne, quelquefois la petite séreuse calcanéo-cuboïdienne, mais on n'observe qu'exceptionnellement la diffusion des fongosités entre toutes les surfaces osseuses du tarse.

4° *Tuberculose antéro-tarsienne ;* débutant par un quelconque des petits os du tarse antérieur, elle gagne le plus souvent la presque totalité de l'interligne de Lisfranc en avant, entamant volontiers les métatarsiens ; en arrière elle ne dépasse guère celui de Chopart.

5° *Lésions des métatarsiens et des phalanges.*

D'une manière générale on peut dire que toutes ces tuberculoses du pied sont anatomiquement des lésions localisées par rapport à l'ensemble du squelette du pied et, en même temps, des lésions totales par rapport à chaque segment osseux ; la première de ces propositions légitime les opérations partielles pratiquées sur le pied tuberculeux, puisqu'elles peuvent être des opérations complètes ; la seconde permet de conclure que, dans la grande majorité des cas, il faut agir sur la totalité de l'os atteint, c'est-à-dire ne recourir qu'à des résections typiques régulières.

Dr Hartmann.

Bertillon (Alphonse). — **La Photographie judiciaire,** *avec un appendice* **sur la classification et l'identification anthropométriques.** (*Paris, Gauthier-Villars, 55 quai des Grands-Augustins*, 1890.)

Tout le monde connaît l'ingénieux mode de signalement anthropométrique en usage à la préfecture de police de Paris, grâce auquel aucun récidiviste ne doit plus espérer le succès dans la dissimulation de son identité. L'inventeur de ce système d'identification, M. Alphonse Bertillon, en a exposé le mécanisme et les avantages dans une précédente brochure dont le présent ouvrage peut être considéré comme un complément. Sa compétence et son expérience en pareille matière ne sauraient être mises en doute, car le service important qu'il dirige depuis plusieurs années au dépôt opère sur une clientèle quotidienne d'une centaine d'inculpés, et son succès s'affirme annuellement par la reconnaissance de 400 à 500 récidivistes revêtus d'un nom sans tache, mais faux. Jusqu'à ces sept dernières années, le service photographique avait été abandonné aux inspirations d'un personnel de praticiens dont la technique habile et artistique laissait beaucoup à désirer sous le rapport de la précision indispensable aux recherches judiciaires. M. Alphonse Bertillon indique dans son livre les raisons qui l'ont guidé dans la réorganisation et la régularisation de ce service.

Il s'agit d'abord des causes d'erreur et des conditions de succès dans l'exécution d'une photographie judiciaire. Quelle pose et quel éclairage doit-on donner au modèle ? Quelle réduction et quel format convient-il d'adopter ? Quelles sont les diverses conditions à remplir pour produire l'image la plus facile à reconnaître, la plus facile à identifier avec l'original ? L'auteur examine successivement: 1° l'identification de deux photographies ; 2° l'identification d'une photographie avec un détenu ; 3° l'identification avec une personne libre, 4° avec un souvenir. Il étudie l'utilisation des diverses poses de face, de profil, en buste et en pied. Autant de questions curieusement analysées et intéressantes même pour les personnes les plus étrangères à l'art de la photographie, mais particulièrement utiles à étudier pour les magistrats, les policiers, les jurés, sans parler des photographes et de leurs clients. Plusieurs planches en photogravure, accompagnent cette partie de l'ouvrage. Il y en a deux qui démontrent d'une façon frappante les difficultés de l'identification par la photographie.

M. Alphonse Bertillon conduit ensuite le lecteur dans son atelier judiciaire de la Préfecture de police pour lui en décrire et lui en expliquer la disposition, ainsi que la classification anthropométrique des cent mille photographies exécutées jusqu'à ce jour.

Enfin, partant de ce fait: qu'on ne regarde bien, qu'on ne voit bien et qu'on ne retient bien que ce qu'on est capable de décrire avec exactitude, l'auteur termine son intéressant petit livre par une analyse descriptive de la figure humaine. On ne s'imagine pas combien, avec un nombre relativement faible de termes fort simples dont la signification et l'emploi seraient bien précisés, on ne s'imagine pas, disons-nous, combien il serait facile de décrire correctement et fidèlement un visage, une tête humaine, et combien un portrait *parlé* avec précision donne de vivacité à l'image une fois vue qui se conserve dans notre cerveau.

Dr L. Manouvrier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance publique annuelle du 29 décembre 1891

Discours du président sortant : M. **Hermite**.

Eloge de Louis Poinsot; notice sur Cosson, par M. le secrétaire perpétuel. **J. Bertrand**. — Ces deux discours ont été publiés, le lendemain de la séance, dans notre numéro du 30 décembre 1890.

Prix décernés.

Grand prix des sciences mathématiques : M. Paul Painlevé. — Mention honorable : M. Léon Autonne.

Prix Francœur : M. Maximilien Marie.

Prix Poncelet : M. le Général Ibañez.

Prix extraordinaire de six mille francs : Trois prix de deux mille francs sont décernés à MM. Madamet, Ledieu et Cadiat et Louis Favé.

Prix Montyon : M. le colonel Locher.

Prix Plumey : M. Jules Ernest Boulogne.

Prix Lalande : M. J. V. Schiaparelli.

Prix Valz : M. S. de Glasenapp.

Prix Janssen : M. C. A. Young.

Prix Montyon ; M. le Dr Paul Topinard. — Mention honorable : M. Dislère.

Prix Vaillant : M. Marcel Bertrand.

Prix Fontannes : M. Ch. Depéret.

Prix Gay : M. Franz Schrader.

Prix Desmazières : M. Maurice Gomont.

Prix Montagne : deux prix sont décernés à MM. Paul Hariot et le Dr Albert Billet.

Prix Savigny : deux prix sont décernés à MM. le Dr Jousseaume et le R. P. Camboué.

Prix Serres : M. Camille Dareste.

Prix Montyon : trois prix sont décernés à MM. Félix Guyon, Auguste Olivier et Paul Richer. Trois mentions honorables sont accordées à MM. Ch. Fressinger, J. Chauvel et H. Nimier et Ch. Mauriac. Des citations sont accordées à MM. C. L. Coutaret et G. Pichon.

Prix Bréant : MM. G. Colin et A. Layet.

Prix Godard : M. Samuel Pozzi; mention honorable : MM. Ch. Monod et O. Terrillon.

Prix Barbier : M. Claude Martin; mentions honorables à MM. Gaston Lyon et B. Dupuy.

Prix Lallemand : Mme Déjerine-Klumpke et M. G. Guinon.

Prix Dugsate, non décerné. Trois récompenses sont accordées, l'une de douze cents francs à l'auteur de *Fac, non spera*, l'autre de huit cents francs à M. le Dr Gannal et la troisième de cinq cents francs à l'auteur de l'*Egalité devant la mort*.

Prix Bellion, non décerné. Deux encouragements de cinq cents francs sont accordés à MM. H. de Brun et A. Morel Lavallée et L. Bellières. Des mentions honorables à MM. le Dr Sutils et le Dr Bedoin.

Prix Mège : M. Nicaise.

Prix Montyon : Deux prix *ex æquo* sont décernés à M. E. Gley et à M. E. Wertheimer. Deux mentions honorables à MM. E. A. Alix, G. Arthauld et L. Butte. Des citations à MM. le Dr A. Griffiths et J. Lenoble du Teil.

Prix Montyon : M. Casimir Tollet.

Prix Jérôme Ponti : R. P. Colin.

Prix Trémont : M. Beau de Rochas.

Prix Gegner : Paul Serret.

Prix Delalande-Guérineau : le Dr Verneau.

Prix de la fondation Leconte : M. Prosper de Lafitte.

Prix Laplace : M. Bailly.

Séance du 5 janvier 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Brioschi** : Sur une classe d'équations modulaires. — M. **P. Appell** : Sur des équations différentielles linéaires transformables en elles-mêmes par un changement de fonction et de variable. — M. **G. de Vaux**, consul général et chargé d'affaires de France à Quito, a adressé à M. le Ministre des affaires étrangères, une lettre concernant l'état actuel des pyramides élevées en 1740 par de La Condamine, aux extrémités de la base boréale qui a servi à la mesure de l'arc du Pérou, et divers monuments qui se rattachent à l'expédition scientifique de Godin, Bouguer et de La Condamine. — M. **Th. Moureaux** donne la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1891, calculés au moyen des observations horaires du 31 décembre et du 1er janvier, au parc Saint-Maur, à Perpignan. — M. **Greil** adresse une série de Mémoires relatifs à la navigation aérienne. — M. l'abbé **Fortin** adresse une note sur les taches solaires d'octobre et novembre (1890.)

2° Sciences physiques. — M. Berthelot communique les derniers résultats acquis par la commission des substances explosives; on a étudié la propagation de l'onde explosive dans un liquide, après l'avoir fait pour les gaz et les solides; l'explosif choisi a été le nitrate de méthyle; les pressions de détonation ont été déterminées avec des appareils crushers à piston pesant; la vitesse de détonation a été mesurée dans des tubes de diamètre variable et construits de substances diverses, caoutchouc, verre, acier; les tubes ont toujours été brisés quelle que fut leur résistance; on peut démontrer théoriquement que la pression dégagée par certains explosifs détonant dans leur volume dépasse toute grandeur donnée. De l'ensemble des faits exposés, il résulte que l'onde explosive n'existe avec ses caractères simples et ses lois définies que dans la détonation des gaz, ces lois et ces caractères ne subsistant qu'en partie dans la détonation des liquides et des solides, tout en demeurant assujetties aux mêmes notions générales de dynamique physicochimique. — M. **Vieille** fait voir qu'en introduisant dans l'étude de l'explosion la notion du covolume des gaz produits et en le comparant à la densité de l'explosif, on reconnaît que dans certains cas la vitesse de propagation doit dépasser toute valeur assignable; ce cas limite ne peut être atteint en pratique, parce que les densités qui assurent ces vitesses de propagation indéfiniment croissantes déterminent également des pressions indéfiniment croissantes que la résistance des enveloppes ne permet pas de réaliser. — M. **H. Rigollot** a étudié les spectres d'absorption des solutions d'iode dans divers dissolvants, tant au point de vue du déplacement de la bande d'absorption qu'au point de vue de la quantité de lumière transmise. Il a constaté que pour les corps homologues ou pour les composés d'un même radical, servant de dissolvant à l'iode, lorsque le poids moléculaire augmente : 1° la bande d'absorption s'avance très légèrement vers le violet du spectre, 2° le minimum de la lumière transmise diminue. — M. **H. Le Chatelier** s'est servi de la variation de la résistance électrique pour étudier les changements moléculaires que la trempe et le recuit font subir à l'acier; il a pu fixer une température de trempe bien déterminée, qui correspond précisément à celle de la transformation du carbone, 730°. — M. **Daniel Berthelot** a étudié la conductibilité des acides organiques et de leurs sels; entre autres résultats, les chiffres qu'il a obtenus conduisent à cette loi; tandis que la conductibilité varie beaucoup

l'une isomère à un autre pour les acides libres, elle est la même pour les sels neutres de ces isomères. — M. **A. Renard** en faisant réagir les vapeurs du soufre sur la benzine au rouge-vif a obtenu le *trithiényle*; il étudie les propriétés de ce corps. — M. **J. Minguin** a fait réagir le benzylate de soude sur le camphre cyané. — M. **Ed. Mohler** indique une méthode d'analyse des eaux-de-vie commerciales qui permet de doser tous les éléments importants à partir de 508 gr. de matière. Il donne la composition de divers spiritueux, naturels et de fantaisie; le *cœfficient d'impureté* de ces derniers est considérablement moins élevé que pour les premiers. — M. **Fr. Laur** appelle de nouveau l'attention de l'Académie sur les relations qui lui paraissent exister entre les variations de la pression atmosphérique et les explosions du grisou. — M. **Delaurier** adresse une note intitulée « de la combinaison de l'azote avec d'autres éléments chimiques, sans l'intervention des microbes. »

3° Sciences naturelles. — M. **A. Letellier** a reconnu la présence de l'acide hippurique dans certains organes excréteurs de acéphales (glande de Grobben chez le Pecten, organe de Keber chez le Cardium). — M. **L. Joubin** a suivi le développement des chromatophores des Céphalopodes; ces organes proviennent d'une cellule épidermique qui s'enfonce dans le derme et s'annexe des éléments mésodermiques; ceux-ci d'ailleurs ne jouent pas un rôle essentiel dans les mouvements du chromatophore. — M. **R. Moniez** montre que le polymorphisme de l'*atlantonema rigida*, parasite de différents Coléoptères coprophages, est encore plus grand qu'on ne le pensait. — M. **A. de Grassouvre** a reconnu que la craie de Touraine comprend trois niveaux bien caractérisés; elle est synchrome de la craie à *Micraster coranguinum*. — M. **W. Kilian** a fait l'étude géologique des chaînes alpines entre Moutiers(Savoie) et Bacelomette (Basses-Alpes), au point de vue des terrains antérieurs au jurassique; il a constaté que les gypses, les cargnueilles inférieurs et supérieurs et les calcaires se remplacent réciproquement dans les mêmes niveaux. — M. **A. Delebecque** donne sommairement la topographie sous-lacustre du Léman, d'après les sondages récents. — M. **J.-M. Schnyder** adresse une note relative à la maladie de la vigne.

M. **d'Abbadie** est élu vice-président pour l'année 1891.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 décembre 1890.

M. **Féréol** lit le rapport général sur les prix décernés en 1890. — M. **Bergeron**, secrétaire perpétuel prononce l'éloge de Chauffard.

Séance du 23 décembre 1890.

M. **Chervin** prouve que dans le département de Lot-et-Garonne ce sont les familles les plus riches qui ont le moins d'enfants et inversement. — M. **Bourgeois** (de Tourcoing) lit une note sur le traitement de la tuberculose par le fluorure de sodium. — M. **Terrier** a observé un cas d'ectasie considérable de la vésicule biliaire qui contenait 24 litres de liquide de couleur gouw-gutte s'étant formé très rapidement. Laparotomie, ablation d'une énorme tumeur constituée par les parois de la vésicule, fistule biliaire, puis cicatrisation. Dans l'intérieur de la vésicule, on trouve un diplocoque remonté du duodénum. — M. **Lancereaux** a étudié l'action sur l'organisme des huiles essentielles ajoutées aux boissons alcooliques pour faire l'absinthe, le vermouth, les amers, etc., etc. Intoxication aiguë déterminant des troubles convulsifs; intoxication chronique des troubles de la sensibilité et de l'intelligence amenant au gâtisme. Très fréquentes, aujourd'hui, elles sont une cause de danger surtout pour la classe ouvrière, à laquelle il serait utile de le faire savoir. On pourrait en diminuer l'usage en les frappant d'un lourd impôt. — M. **Laborde** pense que les accidents dus aux essences sont très difficiles à différencier de ceux produits par l'alcool. Il serait nécessaire d'instruire les ouvriers par des conférences que M. **Lagneau** voudrait voir faire dès l'école primaire.

Séance du 30 décembre 1890.

M. **Péan**, pour opérer les rétrécissements de la valvule iléo-cæcale, produit une dilatation au niveau du rétrécissement en incisant la peau au-dessus du ligament de Poupart, de l'épine iliaque antérieure et supérieure jusqu'à l'épine du pubis, sectionne les muscles de l'aponévrose, ce qui met le cæcum à nu. Il attire l'intestin et place au-dessus et au-dessous une anse de caoutchouc, produisant ainsi l'hémostase. Il incise au niveau de la valvule, puis, après lavage antiseptique, résèque la partie malade. Il rapproche ensuite les deux bords de l'incision, en accolant la lèvre iléale à la lèvre cæcale. — Le professeur **Le Dentu** décrit deux faits d'intervention chirurgicale en cas de lithiase biliaire. Dans l'un d'eux, où existait un seul calcul enclavé dans le canal cystique, ce calcul fut extrait et le malade guérit.

Séance du 6 janvier 1891.

Discours du président sortant, M. **Moutard-Martin**, — M. **Tarnier**, président pour 1891, annonce la mort de M. **Baillarger** et lève la séance en signe de deuil.

Dr Ed. de Lavarenne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 décembre 1890

A propos des objections que M. A. Treille a adressées à la théorie des hématozoaires du paludisme, M. **Laveran** fait remarquer que les résultats négatifs obtenus par un observateur ne sauraient infirmer les résultats positifs obtenus par un grand nombre d'autres. — M. **Galezowski** a employé avec succès la *pyocyanine* dans les ulcères de la cornée; cet antiseptique n'est nullement irritant. — M. **A. M. Bloch**, a étudié la sensibilité de la peau à la pression et à la traction au moyen d'appareils très simples construits par lui-même; il donne le tableau des différentes parties du corps rangées par ordre de sensibilité décroissante; la limite inférieure de la sensibilité à la pression s'observe en divers points du visage, où une pression d'un seizième à un huitième de milligramme détermine la sensation. — MM. **A. Gilbert** et **J. Girode** ont fait l'étude bactériologique d'un cas de cholécystite suppurée avec angiocholite suppurée, dans les deux cas, ils ont trouvé un seul microorganisme, le *Bacterium coli commune*. — A propos de cette communication, M. **Bouchard** fait savoir qu'il a trouvé récemment dans un cas d'hépatite suppurée : un bacille voisin du *coli commune;* les expériences sont poursuivies par MM. **Charrin** et **Roger**, qui ont reproduit l'angiocholite chez le lapin en injectant dans le canal cholédoque des cultures de ce bacille. — M. **Lailler** a constaté que la glycérine est toxique pour les serins qui meurent avec les symptômes de l'alcoolisme aigu.

Séance du 10 janvier 1891.

M. **Oechsner de Coninck** présente une note sur trois nouvelles bases pyridiques. — M. **Féré** signale de nouveaux cas d'attaques épileptiques localisées d'abord à un groupe de muscles, et s'étendant ensuite, par les progrès de la maladie, au corps entier. — M. **Veillon** et **Jayle** ont trouvé dans des abcès du foie consécutifs à de la dysenterie un seul microbe, le *Bacterium coli commune*, ils font remarquer qu'au début on ne trouvait pas de microbes. — M. **Laveran** confirme le fait que souvent les cultures faites avec le pus de l'hépatite de la dysenterie restent stériles. — M. **Arnaud** présente un sujet dont le cœur est transposé. Il présente un lapin sur lequel il a produit une ectopie rénale double;

les deux reins ont été amenés sous la peau au travers d'une boutonnière pratiquée dans les muscles lombaires; l'animal a fort bien survécu et n'a présenté qu'une albuminerie passagère. — **M. Pouchet** a étudié la moelle du cachalot; cette moelle offre un diamètre plus faible que celui de la moelle d'un bœuf; les sections n'offrent pas toujours les figures classiques : ainsi entre la première et la deuxième paire cervicale, on n'observe pas sur la coupe les cornes postérieures de la substance grise; M. Pouchet appelle surtout l'attention sur l'extrême petitesse relative de cette moelle. — **M. Gréhant** a constaté chez le lapin que l'acide carbonique exhalé par les poumons augmente à la suite de l'excitation électrique d'un groupe de muscles. — **M. R. Blanchard** en examinant les déjections d'un Protée au point de vue de la recherche des parasites intestinaux, a trouvé des corpuscules d'environ 30 μ, qu'il a pris d'abord pour des œufs de nématodes, puis pour des coccidies; il a pu s'assurer qu'il s'agissait du noyau des cellules épithéliales de l'intestin. Certains tænias des rongeurs ont des œufs dont la coque, munie de deux cornes, prend le nom d'appareil piriforme, **M. Blanchard** a observé des complications très grandes dans cet appareil, qui est généralement muni de deux longs filaments ignorés jusqu'ici; il propose de découper dans les tænias un genre nouveau, dont le type est le *Tænia pectinata* du lapin de garenne et auquel il donne le nom de *Moniezia*. — **M. d'Arsonval** présente un appareil destiné à filtrer rapidement sur porcelaine les liquides les plus visqueux: il utilise la pression de l'acide carbonique liquide. L. Lapicque.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 décembre 1890.

M. O. Saint-Pierre a obtenu le tétraphénylméthane $C(C^6H^5)^4$, en faisant réagir la bromobenzine sur le triphénylméthane potassé. Cet hydrocarbure, d'une stabilité remarquable, n'est pas oxydé par l'acide chromique en solution acétique. — **M. Tissier** a préparé l'alcool et l'aldéhyde triméthyléthyliques par réduction du chlorure triméthylacétique par l'amalgame de sodium. — **MM. Béhal et Choay** ont constaté que la parachloralimide répond à la formule $C^6\,Cl^9\,Az^3\,H^4$, et en décrivent divers dérivés obtenus soit par l'action de la chaleur, soit par oxydation. — **M. A. Carnot** indique une méthode de recherche de l'aluminium dans les aciers en précipitant l'alumine à l'état de phosphate neutre. — **M. Vladesco** a étudié l'action du chlore sur la méthyléthylacétone. Dr M. Hanriot.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 décembre 1890.

1° Sciences physiques. — **MM. Hugh L. Callendar et G. H. Griffiths** font une communication sur la détermination du point d'ébullition du soufre, et sur une méthode pour étalonner les thermomètres de platine à résistance électrique. Il est bien connu que les thermomètres à résistance électrique fournissent la méthode la mieux appropriée et la plus exacte pour mesurer les températures entre des limites très distantes. Dans une communication antérieure, (*Philosoph. Trans.* 1887, p. 161.) l'un des auteurs a établi une formule pour comparer les thermomètres de platine aux thermomètres à air entre 0° et 700° C. La note que MM. Callendar et Griffiths présentent aujourd'hui contient une description de la méthode employée pour comparer les thermomètres de platine avec les thermomètres à air, à une température très voisine du point d'ébullition du soufre. Les expériences ont montré que la température de la vapeur saturée de soufre bouillant librement sous une pression de 760 mm. de mercure ramenée à 0° C, et déterminée par le thermomètre à air à pression constante normale, est de 444°53C., l'intensité de la pesanteur étant de 980-61, C. G. S. au niveau de la mer et à la latitude de 45°. Cette température est de près de 4° plus basse que celle qui a été trouvée par Regnault (Mémoires de l'Institut, vol. p. 26 p. 526); les auteurs croient cependant qu'elle est exacte au 10e de degré, et qu'on peut en toute sécurité s'en servir pour étalonner les thermomètres de platine par la méthode décrite.

2° Sciences naturelles. — **M. R. Lyddeker** fait une communication sur l'identité générique du *Sceparnodon* et du *Phascalonus*. En 1872, sir Richard Owen a décrit et figuré deux mâchoires inférieures incomplètes provenant d'une grande espèce de Wombat aujourd'hui éteinte, trouvées dans le Pliocène du Queensland; il donna à ce Wombat le nom de *Phascalomys (Phascalonus) gigas*. (*Philosoph. Trans.* 1872 p. 257.) Il décrivit plus tard des incisives supérieures incomplètes, qui venaient du Queensland, et de l'Australie du Sud, et qui étaient caractérisées par leur applatissement et leur forme de ciseaux, et les attribua à un genre nouveau auquel il donna le nom de *Sceparnodon*. En faisant le catalogue des mammifères fossiles de la collection du British Museum, M. Lyddeker a été frappé de ce fait que, tandis que les incisives supérieures du *Phascalomys gigas* sont inconnues, il n'y a pas de molaires qui puissent être rapportées au *Sceparnodon*, et il en tira la conclusion qu'en conséquence les dents décrites comme appartenant au *Sceparnodon* étaient probablement les incisives du *Phascalomys gigas*, en s'appuyant sur cette supposition, il crut pouvoir affirmer que le *Phascalomys gigas* était génériquement distinct de tous ces wombats existants, et le catalogua en conséquence sous le nom de *Phascalonus gigas*. Il décrit maintenant des incisives du *Sceparnodon* et des mâchoires inférieures du *Phascalonus gigas*, qui proviennent de Berigera, Nouvelle-Galles du Sud; il s'appuie sur cette description pour affirmer que nous sommes maintenant en droit de regarder définitivement le genre *Sceparnodon* comme un genre factice éteint de Wombat et que les incisives dont il s'agit appartiennent bien à une espèce gigantesque, connue sous le nom de *Phascalonus*. — **M. Sheridan Delepine** communique une note sur le foie chez les Vertébrés. Il a décrit l'arrangement des colonnes hépatiques dans le lobule classique du foie, l'arrangement des canalicules biliaires et le lobule vrai, lobule primaire ou secrétoire. Il montre que les tubes du foie, au lieu d'être groupés autour des veines hépatiques terminales, sont distinctement arrangés en petites masses pyramidales qui correspondent aux lobules des autres glandes. Il a fait des observations sur le développement du foie et la structure des cellules hépatiques. — **M. le Dr A. Ransome** fait une communication sur certaines conditions qui modifient la virulence du bacille de la tuberculose. Afin de déterminer l'influence de la lumière, de l'air et de la terre sèche, sur la virulence du bacille de la tuberculose, il a soumis les crachats tuberculeux à l'action des conditions suivantes : 1) Dans une localité où le sol était sec et sableux, et où il ne s'était produit qu'un très petit nombre de cas de phtisie, les crachats ont été placés en pleine lumière et exposés à d'abondants courants d'air pur. 2) Ils ont été mis dans les mêmes conditions, mais tenus à l'abri de la lumière. 3) On les a placés sur le bord de la fenêtre d'une petite maison mal ventilée, sans cave, bâtie sur un sol d'argile, à Manchester. 4) Dans un coin sombre d'une chambre à coucher de la même maison, où trois décès par tuberculose avaient eu lieu pendant ces six dernières années. 5) Les crachats ont été exposés à l'air qui venait d'une salle d'un hôpital de phtisiques. Les résultats des expériences indiquent que l'air pur, la lumière, le sol sec et sablonneux ont une influence très nette sur l'atténuation de la virulence du bacille de la tuberculose; que l'obscurité nuit en quelque mesure à cette action désinfectante, mais que la lumière, si les autres conditions sont défavorables, est incapable à elle seule de détruire le virus. Richard A. Grégory.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 5 janvier 1891.

Il est donné lecture de quelques notices nécrologiques, entre autres celle sur Sir Henry par M. **Coutls Trotter**. Sir Henry ayant été élumembre correspondant de l'Institut de France, dicta quelques heures avant sa mort la réponse suivante : « Reddo gratias, illustrissimi Domini, ob honores tanto nimos quanto immeritos. Mihi rebora deficiunt vita collabitur, accepiatis voluntatem pro facto. Cum corde pleno et gratissimo moriturus vos illustrissimi domini, saluto. » — Le professeur Tait communique un mémoire sur le vol des oiseaux, qui est la continuation d'une lettre de feu M. **W. Fronde** à Sir W. Thompson. Dans la partie antérieurement publiée de cette lettre, M. Fronde avait exposé cette idée que quand un oiseau s'élève ou plane sans mouvoir ses ailes, il doit exister effectivement un courant d'air de bas en haut dont l'oiseau doit profiter. Ainsi, dans le cas d'une mouette qui semble s'élever dans un calme plat, l'auteur démontre qu'en réalité cet oiseau vole dans des courants dirigés de bas en haut sur le front d'une brise qui s'avance. De même il explique que le glissement de l'albatros le long de la surface de la mer, pendant un jour calme, est dû à un déplacement de bas en haut de l'air qui a nécessairement lieu sur la houle de l'Océan. Dans la suite de sa lettre, actuellement communiquée, M. Fronde présente une suite d'observations sur ce fait que l'oiseau glisse sur cette portion de la vague et commence son coup d'aile, quand il passe en arrière ou quand la vague passe en avant. Au front d'une vague de 500 pieds de long et haute de 10, avançant avec une vitesse de 50 pieds par seconde, le maximum du déplacement de bas en haut atteint 3 pieds par seconde. Dans sa communication actuelle, M. Fronde traite aussi du vol de l'oiseau dans un coup de vent. Il croit que dans ce cas le vol est dû à la même cause que celle qui soulève effectivement de gouttes d'eau ou d'écume à des hauteurs de 40 ou 50 pieds. Des tourbillons se produisent dans l'air à la surface, et les courants ascendants dans les tourbillons se meuvent plus rapidement que les courants descendants. La partie ascendante a proportionnellement moins d'étendue transversale; mais d'un autre côté la résistance est proportionnelle au cours de la vitesse de manière que le mouvement de bas en haut qui est communiqué à la goutte d'eau pendant qu'elle traverse les parties ascendantes est plus grand que le mouvement de haut en bas qui lui est communiqué quand elle traverse les parties descendantes. M. Fronde pense que ces faits expliquent aussi bien le vol des oiseaux dans un coup de vent. **Sir W. Thompson**, cependant, pense que cette cause, quoique probablement suffisante pour rendre compte de l'élévation des gouttes d'eau, produit seulement des effets de second ordre dans la suspension des oiseaux. Il pense que l'explication donnée par lord Rayleigh, qui semble n'avoir pas été connue de M. Fronde, que l'oiseau tire profit de la plus grande vitesse du vent aux niveaux supérieurs, et de la plus faible vitesse aux niveaux inférieurs, est la seule vraie. — Le professeur **Tait** lit une note sur le choc, continuation d'une série de notes sur le même sujet. Il établit que les solides peuvent être divisés en deux grandes classes relativement aux effets que produit un choc sur eux. Dans la première classe la durée du choc demeure constante, quelle que soit la déformation jusqu'à une certaine limite. Si cette limite est dépassée, la durée du choc devient plus rapide quand la déformation est accrue. De manière que la loi de Hooke (la déformation est proportionnelle à la force déformatrice) est satisfaite jusqu'à cette limite à partir de laquelle la force de réaction augmente plus rapidement que la déformation. Dans l'autre classe de substance, la durée du choc augmente d'abord, ensuite reste constante et finalement diminue, quand la déformation est continuellement accrue. Par suite, dans le premier état la force de réaction ne doit pas augmenter aussi rapidement qu'augmente la déformation. Le liège est un exemple-type de la dernière classe, le caoutchouc vulcanisé de la première.

W. Peddie,
Docteur de l'Université d'Edimbourg.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 6 décembre 1890.

Le principal objet inscrit à l'ordre du jour de la séance du 6 décembre était la lecture des rapports des commissaires (le général **Liagre**, secrétaire perpétuel, M. **Folie**, directeur de l'Observatoire royal, le colonel **De Teilly**, commandant de l'Ecole militaire) sur les deux points suivants, qui avaient été soumis à la classe par le gouvernement : 1° Est-il opportun que la Belgique adhère à la conférence que le gouvernement se propose de réunir à Rome pour examiner la proposition, faite par l'Académie de Bologne, en faveur de l'adoption de Jérusalem comme méridien initial? 2° Quel est l'avis de l'Académie au sujet de l'adoption du système des fuseaux horaires en Belgique, et de l'heure de Greenwich non seulement pour les horaires des trains, mais pour la vie civile? Ces questions ayant déjà été traitées d'une manière détaillée dans la *Revue*, il suffira de dire ici que l'Académie a émis un vote affirmatif unanime sur le premier point, de même que sur l'adoption du système des fuseaux dans les horaires des trains, mais qu'elle a rejeté l'adoption de l'heure de Greenwich comme heure officielle dans la vie civile. Cette question, du reste, est loin d'être aussi mûre que le pensent quelques-uns, et l'on peut affirmer que le gouvernement belge ne prendra pas l'initiative d'une solution, même quant à l'application du système des fuseaux aux horaires des trains, avant qu'un accord préalable soit intervenu entre elle et les états voisins.

Séance du 15 décembre 1890.

Ont été élus : membre, en remplacement de M. Montigny : M. **Le Paige**, géomètre très distingué, professeur à l'Université de Liège ; correspondant : M. **F. de Rujdts**, géomètre distingué, chargé de cours à la même Université; plus un certain nombre d'associés étrangers : MM. Cayley, de Cambridge; Fisiau, de Paris; von Baeyer, de Munich.

Séance publique du 16 décembre 1890.

M. **Stas**, l'éminent chimiste, directeur de la classe, s'est occupé de la nature de la lumière solaire. Après avoir rappelé les principaux faits connus sur la constitution du soleil, sa couleur bleue, dont on peut s'assurer en le regardant à travers une ouverture de deux millimètres de diamètre à bords très nets, pratiquée dans une plaque de cuivre, ses taches, leur nature, la faible densité de l'astre (1,4) qui renferme cependant des métaux très lourds (fer, manganèse, baryum, strontium, magnésium, zinc, nickel, cobalt, etc.), dont la présence n'y est, par conséquent, possible qu'à l'état de vapeurs, il a fait appel à ses souvenirs relatifs aux observations qu'il lui a été donné d'entreprendre sur le spectre solaire, avec le P. Secchi, au Collège romain. Il a constaté d'abord que la coloration rouge des protubérances est due à la présence des vapeurs de calcium et de magnésium, fait que Joung a vérifié au moyen du spectroscope. Mais, de plus, il a reconnu, en 1879, qu'un spectre d'incandescence est essentiellement différent d'un spectre produit par des décharges électriques. Poursuivant ses recherches, il a reconnu qu'on ne peut reproduire les raies du sodium du spectre solaire dans un laboratoire qu'en faisant usage de décharges électriques disruptives, c'est-à-dire discontinues. La conclusion de ce discours est que la lumière du soleil n'est pas une lumière d'incandescence, mais qu'elle est, au contraire, produite par de l'électricité disruptive ; conclusion très remarquable et qui éveillera au plus haut degré l'attention des hommes compé-

tents. — La seconde lecture a été faite par M. **Le Paige**, qui a exhumé de l'oubli un astronome belge presque complètement inconnu, Wendelin, né en 1580 dans le Limbourg. Curé d'une modeste paroisse de la Campine, il avait su intéresser presque tous ses paroissiens aux observations astronomiques. Doué d'une grande pénétration, il avait remarqué l'influence de l'amplitude des oscillations du pendule sur leur durée ainsi que la variation de la durée de l'été à l'hiver. Au moment où l'astronomie allait seulement naître en Europe, il avait affirmé que la parallaxe du soleil ne pouvait pas être supérieure à 14″, estimation singulièrement approchée pour cette époque. Il fut très estimé de Gassendi, de Hugghens, de Descartes et du P. Mersenne. Détail assez surprenant : il serait question de lui élever un monument sur la montagne de Lure, dans les Pyrénées, où il a passé plusieurs années de sa jeunesse comme précepteur dans une famille seigneuriale du pays. Si son nom s'y trouve un jour gravé sur la pierre, il le devra bien certainement à son historien, dont la correspondance échangée avec les habitants du pays, pour obtenir des renseignements sur Wendelin, leur aura fait connaître le mérite de l'astronome amateur belge qui fut plusieurs années leur hôte.

F. F.
Membre de l'Académie.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 19 décembre 1890.

M. **Glan** présente un saccharimètre spectral de sa construction. Tandis que dans la plupart des saccharimètres on se sert de la lumière blanche ou monochromatique, l'appareil présent est destiné à mesurer la rotation du plan de polarisation pour chaque couleur du spectre. Il se compose d'un appareil de polarisation et d'un spectroscope. Le premier se distingue des appareils ordinaires en ce que la pente est illuminée intensivement par une petite lentille de 1 centimètre de distance focale. La lumière est fournie par une lampe électrique ou par une bonne lampe de pétrole dont l'intensité est renforcée par un réflecteur conique. La lumière, polarisée par un nicol, traverse une lame circulaire dont une moitié est formée par une lame de quartz coupée parallèlement à l'axe du cristallographique. Derrière l'analyseur se trouve un prisme en flint qui fournit le spectre dont on peut séparer telle partie que l'on veut par un diaphragme et qu'on examine au moyen d'une petite lunette. L'observation se fait comme dans l'appareil de M. Laurent, en tournant l'analyseur jusqu'à ce que les deux moitiés de l'image soient de la même clarté. L'appareil fonctionne le mieux pour les rayons verts ; pour les rayons rouges l'écart des différentes valeurs entre elles peut atteindre de 3 à 4 %. — M. **Wien** emploie le téléphone pour la mesure des courants. La membrane de fer est remplacée par une petite plaque d'argent ondulée comme celle d'un anéroïde ; elle porte au centre un petit morceau de fer doux. A l'extérieur la lame porte un petit miroir très léger. Si un courant traverse la bobine du téléphone, le miroir est dévié. Cette déviation peut être assez agrandie à l'aide d'une projection sur une échelle, de sorte qu'une déviation d'un degré corresponde à un courant de 10^{-5} ampères. Quant à la mesure de courants alternatifs, il faut se servir d'un artifice pour que le rythme des interruptions du courant et des vibrations de la membrane du téléphone soit identique. On atteint facilement ce but en employant comme interrupteur un monocorde. — M. **Reichel** décrit une expérience de cours destinée à comparer les méthodes statique et dynamique pour la mesure des forces. La poussée d'un jet d'eau horizontal est équilibrée par des poids. La vitesse est $v = \sqrt{\frac{pg}{2}}$. On vérifie avec une exactitude de 1 à 2 % la formule $mv = pg$.

Séance du 9 janvier 1891.

M. **Liebreich** répète devant la Société ses expériences sur l'espace mort, que j'ai décrites dans le compte-rendu de la séance du 27 novembre 1890 [1].

Dr Hans Jahn.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 décembre 1890.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Gegenbauer**. *Sur la théorie des fractions continues régulières.* — M. **Gustave Kohn**. *Sur quelques propriétés projectives des polygones de Poncelet.* — M. **E. Weiss**. Sur la comète découverte par M. Spitaler le 17 novembre. L'état du ciel n'a permis aucune observation à Vienne pendant la fin de septembre et les premiers jours de décembre, mais, à partir du 4 décembre, M. Spitaler a réussi à retrouver la comète qu'il avait découverte. Il résulte des observations que la trajectoire doit être une ellipse parcourue en 6 ans 1/2. La comète était à la fin de 1887 très près de Jupiter et s'éloigne depuis 6 ans de cette planète. Les éléments présentent une grande analogie avec ceux de la comète périodique de Tempel, avec cette différence toutefois que les longitudes du périhélie diffèrent de 180° ; ils présentent aussi une analogie avec ceux de la comète de Faye, la position des nœuds étant intervertie.

2° Sciences physiques. — M. **G. Adler**. *Sur une conséquence des théories de Poisson et de Morotti.* Les théories de Poisson sur la polarisation magnétique et de Morotti sur la polarisation diélectrique établissent une relation entre le coefficient d'aimantation ou entre la constante diélectrique $K = 1 + 4\pi k$, et la fraction du volume de la substance, g, qui est occupée, par la molécule polarisée. On a, dans les deux cas, $k = \frac{3g}{4\pi(1-g)}$. Dans son mémoire, l'auteur montre que, par une simple différenciation de cette formule on peut déduire la relation entre la variation de la constante diélectrique ou du coefficient d'aimantation, quand la densité du corps change. Par la différenciation par rapport au volume v occupé par la substance, on obtient la constante introduite par Helmholtz et Kirchhoff pour représenter la force de compression sur les corps polarisés magnétiquement et diélectriquement :

$$k' = \frac{\partial K}{\partial \log v} = -K\left(1 + \frac{4\pi K}{3}\right)$$

Il est alors possible de déterminer expérimentalement si la variation de k avec la densité est d'accord avec la théorie de Poisson. Les faits établis par Boltzmann dans ses recherches sur la variation de la constante diélectrique du gaz avec la pression concordent parfaitement avec les résultats déduits de la formule. Au contraire, les expériences de Guincke sur la variation de volume des liquides polarisés rendent peu vraisemblable l'exactitude de la formule ; elles donnent le plus souvent K' comme constante. Il résulte de là que la formule de Poisson et de Morotti ne saurait être appliquée que dans le cas des gaz, si l'on en veut tirer des conséquences relativement au volume occupé par les molécules, par exemple et à la grandeur de ces molécules. — M. **J. M. Pernter**. Observations anémométriques au sommet du Sonnhlick et dans quelques autres stations de montagne. L'auteur étudie la marche journalière et les variations annuelles des vents au moyen des observations effectuées depuis septembre 1887 au Sonnhlick, et compare les résultats à ceux obtenus dans d'autres stations, en particulier dans les observatoires français du Pic du Midi, du Puy-de-Dôme, et de la Tour Eiffel. — M. **G. V. Niessl**. Détermination de la trajectoire du grand météore du 17 janvier. Vers 5 h. 11 de temps moyende Vienne le 17 janvier éclata sur l'Au-

[1] Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 décembre 1890, t. I, p. 794.

triche un grand météore qui forma ensuite une longue colonne de 190 kilomètres visible pendant au moins un quart d'heure; on n'a pu encore trouver les météorites tombés mais on a pu faire les observations suffisantes pour déterminer la trajectoire du météore. — M. **Ch. Gross**. *Recherches chimiques sur le soufre*. L'auteur a obtenu par combustion du lait de soufre un résidu carboné d'où il a pu séparer une substance qu'il désigne par l'indice α et qu'il considère comme un produit de décomposition. En introduisant du sulfate de plomb dans du chlorate de potasse fondu, il se produit une réaction violente; de l'oxyde de plomb se sépare et l'on sent l'odeur du chlore; si l'on introduit ensuite la masse refroidie dans une cornue en verre peu fusible et que l'on chauffe dans un gaz, inerte, le nitrate d'argent précipite par les gaz; au contraire le nitrate de baryte reste limpide. La masse cristalline obtenue dans le premier traitement se dissout dans l'acide azotique étendu sans précipitation de sulfate de plomb, mais l'eau sulfurique ne produit un léger trouble. En opérant sur de plus grandes quantités avec une partie de sulfate de plomb, pour douze de chlorate de potasse, on a obtenu une solution *a* dans l'acide nitrique que l'on a traitée par l'acide sulfurique ou par le sulfhydrate d'ammoniaque de manière à ce qu'elle reste acide, on filtra; le liquide *b* ainsi obtenu renferme simplement des traces de plomb; on ajoute de la potasse en grand excès, il se sépare un précipité légèrement coloré par du fer; le liquide surnageant est traité par l'acide chlorhydrique étendu et précipité de nouveau par la potasse en excès. Après différents traitements on arrive à une poudre grise insoluble dans les acides chlorhydrique et azotique et même dans l'eau régale; après l'avoir purifiée des traces de plomb et de fer, on obtient un produit que l'auteur désigne par l'indice β, qui n'est plus attaqué par le chlorate de potasse et dont il se propose de continuer l'étude.

Emile Weyr,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 21 décembre 1890.

Aucun des mémoires présentés à cette séance ne ressortit aux sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Séance du 4 janvier 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Cerruti**. Sur la déformation d'un corps élastique isotrope. — M. **Bianchi**. Sur les surfaces, dont les sections faites avec un système de plans parallèles, coupent les lignes de courbure sous un angle constant. — M. **Tacchini** donne le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire du Collège romain, pendant le quatrième trimestre du 1890. Les taches solaires n ont pas été aussi fréquentes que dans le trimestre précédent, mais le phénomène fut bien plus remarquable que dans la période signalée par M. Tacchini comme correspondant au vrai minimum. L'accroissement des protubérances a continué, et l'on peut dire que, autant pour les taches que pour les protubérances solaires, la période du minimum est passée. — M. **Millosevich** expose une série d'observations qu'il a exécutées du 16 novembre au 14 décembre 1890, sur la comète découverte à Palerme par M. Zona, le 15 novembre 1890. Cette comète, qui a un très faible éclat, présente la particularité d'avoir une distance du périhélie qui a été seulement dépassée jusqu'ici par six autres comètes. — M. **Zona**, directeur de l'Observatoire de Palerme, entretient l'Académie des résultats qu'il a obtenus en exécutant des observations, avec un instrument, des passages de Bamberg, pour déterminer, avec les méthodes modernes, la latitude de Palerme. A l'aide de ces observations, faites en septembre et octobre 1890, M. Zona a reconnu que la latitude de Palerme est L = 38°, 6′, 44″, 525; cette latitude, reportée au point occupé dans l'Observatoire par le cercle de Ramsden, dont faisait usage l'astronome Piazzi, devient 37°, 6′, 44″, valeur qui, depuis plus d'un siècle est admise comme celle de la latitude de Palerme, et qui, en conséquence, n'a présenté aucune variation. — M. **Giacomelli** donne la troisième série des mesures micrométriques d'étoiles doubles, exécutées à l'Observatoire du Capitole.

2° Sciences physiques. — M. Tacchini donne communication d'autres recherches exécutées par M. **Agamennone** sur la tour du Collège romain, avec la séismométrographe Brassart. Les observations prouvent encore mieux ce qu'il avait annoncé dans une autre note; c'est-à-dire que le passage des soldats à plus de 150 mètres, et le contre-coup des mines que l'on fait sauter à plus d'un kilomètre de distance, peuvent faire entrer en sensible oscillation les instruments enregistreurs. M. Tacchini insiste sur la nécessité de construire les observatoires géodynamiques hors des villes, dans des localités où, sur un rayon suffisant, n'existent point des causes perturbatrices. En donnant une extrême sensibilité aux appareils, on a vu au Collège romain que les séismométrographes sont capables d'enregistrer les plus faibles frémissements du sol. — M. **Cancani** présente les résultats obtenus en examinant les observations microséismiques et celles sur la vitesse du vent, exécutées dans les Observatoires géodynamiques de Rome, de Rocca di Papa, de Florence, et de Spinea de Mestre. Il en déduit que la plus grande partie des mouvements que l'on peut observer sur les pendules tromométriques sont dus exclusivement à l'action du vent. — M. **Gratlovitz** adresse une note sur les observations marégraphiques qu'il continue, depuis trois années, dans le port d'Ischia. Il a déterminé la moyenne du niveau de l'eau dans ce port et des oscillations dues, séparément, à l'action du Soleil et de la Lune. — M. **Cossa** a obtenu, en faisant agir sur le sel vert de Magnus une solution concentrée et bouillante de nitrate ammonique, un nouvel isomère; ce corps possède les propriétés de la combinaison d'une molécule de chlorure de platosodiamine avec deux molécules d'un chlorure d'une nouvelle base du platine, qui contient une seule molécule d'ammoniaque, et à laquelle il a donné le nom de *platososemiamine*. M. Cossa a préparé, avec des procédé différents, les dérivés de la nouvelle base, et il a commencé des recherches pour obtenir des combinaisons de bases platiniques d'éthylamine et de pyridine, homologues aux combinaisons de la base qu'il a découverte; il est réussi à préparer un composé très intéressant, formé par une nouvelle base du platine analogue à la platososemiamine. — MM. **Menozzi** et **Appiani** ont établi des recherches dans le but de passer de l'acide glutammique à la glutammine, et pour comparer la glutammine obtenue de cette manière avec la glutammine que l'on a trouvée dans plusieurs végétaux et que, par exemple, M. Menozzi a tirée des bourgeons de citrouilles qui ont poussé dans l'obscurité. — M. **Marino Zuco** décrit un nouveau procédé d'extraction de la *chrysanthémine*, alcaloïde qu'il a découvert dans les fleurs du *chrysantemum cinerariæ folium*. Il ajoute avoir reconnu que cet alcaloïde n'a aucune action nuisible sur les animaux, et qu'il peut donner origine à plusieurs combinaisons, dont M. Marino Zuco s'occupe particulièrement. — M. **Fileti**, avec la collaboration de M. **Amoretti**, traite dans une note des principaux dérivés de l'acide isopropylphénylglycolique; dans un autre travail M. Fileti étudie la parapropylisopropylbenzine. — M. **Errera** a étudié l'action du chlorure de cromile sur le cymène.

3° Sciences naturelles. — M. **Pigorini** a poursuivi les fouilles du terremare de Castellazzo de Fontanellato (dans la province de Parme). Ce terremare est quadrilatère, et formé par un pilotis à l'intérieur, entouré par un rempart et par un fossé; il recouvre une surface de plus de 19 hectares. A la station, qui est la plus grande du groupe à qui elle appartient, on arrivait au

moyen d'un pont en bois qui, si l'on se reporte à la position des troncs d'arbres dont on a trouvé les restes, avait une largeur de 30 mètres. Ce pont, qui s'élevait au milieu du côté méridional du quadrilatère, fait penser à l'existence d'une route, le *decamanus*, qui devait traverser la station en la partageant en deux emplacements égaux. Le fossé était toujours rempli par l'eau d'un petit torrent qui existe encore, et il y avait un canal d'écoulement dont on a découvert les traces. — M. **De Stefani** rappelle que dans le Montelisano on trouve une arenaire siliceuse appelée *verrucano*, dont l'âge avait donné origine à des discussions. Ayant su que dans la localité susdite on faisait usage d'une matière noire qui servait à la peinture et comme combustible, M. de Stefani a voulu visiter le petit dépôt d'anthracite ; il a retrouvé de nombreux restes de végétaux fossiles qui, comme le genre *Lepidodendron*, sont exclusifs au carbonifère, ou sont identiques aux espèces trouvées dans le carbonifère supérieur. Cette découverte confirme l'opinion de M. Merreghini qui, déjà en 1851, attribuait le *verrucano* au carbonifère.]

Ernesto Mancini.

COURRIER DE GENÈVE

1. — Nous aussi, nous avons eu nos congrès. Je ne vous parlerai pas de celui d'Odontologie (4-6 octobre, Genève), car le sujet en est trop spécial ; je ne puis cependant passer sous silence une intéressante communication que M. Magitot y est venu faire sur les mutilations des dents chez les différents peuples. Depuis la taille déformée par le corset des Européennes jusqu'au pied des Chinoises, il semblerait qu'il restât peu de chose à apprendre sur les goûts de l'humanité ; mais hélas ! les sauvages nous préparent bien d'autres surprises. Que certains nègres ne trouvent pas leurs négresses à leur goût — et vice versa — cela pourrait se comprendre ; mais qu'ils essaient de remédier à cela en se mutilant les dents, voilà qui paraît plus extraordinaire.

Les méthodes de mutilation qu'on rencontre sont les plus diverses ; on peut les subdiviser en six groupes : la fracture, l'ablation, le limage, les incrustations, l'abrasion et le prognathisme artificiel. M. Magitot appuie, par l'existence des mêmes mutilations sur la côte orientale d'Afrique et les terres correspondantes de l'Océan Indien, l'hypothèse que ces parties n'étaient pas primitivement séparées par la mer.

2. — La soixante-treizième session de la Société Helvétique des sciences naturelles (18 août, Davos) a été des plus fécondes. Nous relèverons, comme intéressant plus particulièrement les lecteurs de la *Revue*, l'importante communication du Pr Béraneck de Neuchâtel, sur l'œil primitif des vertébrés. Pour trouver un lien entre l'œil cérébral ou encéphalique des Vertébrés et l'œil ectodermique des Invertébrés, l'auteur passe en revue les différentes hypothèses émises sur l'origine de l'œil complexe des Vertébrés. A ce sujet aucune des théories proposées ne lui paraît satisfaisante : celle de Ray-Lancaster qui admet que l'œil primitif des Vertébrés devait ressembler à celui des Tuniciers ; la théorie de Balfour, d'après laquelle la rétine s'est trouvée comprise dans l'invagination qui a produit le canal nerveux central ; celle de Dohrn où l'œil représente une transformation d'une fente branchiale et de muscles branchiaux ; celle de Nuel, pour lequel le nerf optique est l'homologue d'une ou plusieurs racines postérieures et la rétine l'homologue d'un ou de plusieurs ganglions ; enfin l'hypothèse de Baldwin Spencer qui compare les yeux pairs à l'œil pinéal des Sauriens et les attribue comme ce dernier à une évagination de la vésicule cérébrale antérieure. Aucune de ces théories ne donne la solution de la question de savoir si le développement des éléments récepteurs de la lumière aux dépens de la vésicule cérébrale antérieure constitue le caractère primordial de l'œil des Vertébrés, ou si ce n'est qu'une adaptation secondaire. En partant du fait que l'œil des Vertébrés forme une exception unique parmi tous les organes des sens de la série animale, tous d'origine ectodermique ; que l'analogie de l'œil des Vertébrés avec celui de certains Lamellibranches, les Peignes et les Onchidies qui semblent constituer une forme de passage, n'est qu'apparente, puisque l'œil de ces derniers est purement tégumentaire, l'auteur insiste sur le fait que l'œil primitif des Vertébrés a dû être également tégumentaire. Et comme il existe dans l'œil des Vertébrés un organe de provenance ectodermique. — le cristallin, — M. Béraneck arrive à la conclusion que c'est justement le cristallin qui a dû servir primitivement de vésicule optique. En effet il est acquis : 1° que le cristallin des Vertébrés est cellulaire et formé par une invagination de l'ectoderme ; 2° qu'à un certain stade de son évolution il est comparable à la vésicule optique de certains Mollusques et Annélides ; 3° que le mode de développement des fibres du cristallin est spécial aux Vertébrés ; pour ces raisons le cristallin des Vertébrés ne peut pas être homologué à celui des Invertébrés chez lesquels cet organe ne montre pas de structure et doit être considéré comme une formation cuticulaire — exception faite pour les Peignes et les Onchidies, où le cristallin est cellulaire, mais d'origine conjonctive. M. Beraneck trouve la confirmation de son hypothèse dans le fait que le cristallin pendant son développement prend la forme de vésicule (l'exception signalée par Gotte, que chez les Amphibiens le cristallin se formerait non par invagination, mais par épaississement de l'ectoderme, n'existe pas, d'après l'auteur : Balfour du reste avait déjà mis en doute cette exception). Cette vésicule cristallinienne se forme de la même façon que l'œil des Gastéropodes, des Céphalopodes, de certaines Annélides. La production même des fibres du cristallin qui se forment aux dépens de la paroi interne de la vésicule, s'explique par cette hypothèse, car, d'après celle-ci, la paroi interne de la vésicule cristallinienne servait anciennement de rétine et était composée de bâtonnets rétiniens qui n'ont fait plus tard que se transformer en fibres du cristallin, tandis que la partie externe de la vésicule servait de milieu réfringent. Plus tard l'évagination encéphalique a entouré l'œil primitif tégumentaire et s'est transformée en rétine secondaire en substituant celle du cristallin.

3. — Depuis une dizaine d'années il y a une discussion pendante entre M. Colladon et M. Fáye sur les trombes d'air et d'eau et sur la direction des courants qui s'y produisent : d'après ce dernier savant les tourbillons d'eau qui se forment dans le courant d'un fleuve sont toujours descendants et ont leur bouche en haut et leur axe vertical, tandis que, d'après M. Colladon, les trombes d'air et d'eau peuvent dans certaines conditions être ascendantes. Il s'est produit ces derniers temps à Genève un fait intéressant qui a fourni à M. Colladon de nouveaux arguments en faveur de sa théorie. Chacun a pu voir en passant par le pont de la Machine qui domine les forces motrices du Rhône, dont Genève s'énorgueillit à bon droit, un phénomène très curieux qui se produit le long du barrage à rideaux construit en amont et le long de ce pont. Dans des conditions données, un certain nombre de rideaux étant abaissés, tandis qu'aux extrémités ils sont relevés, il se produit à chaque extrémité ouverte une trombe ou tourbillon dont la bouche est dirigée en bas. Un peu plus haut les trombes deviennent cylindriques, horizontales et tendent à se réunir entre elles. Ce phénomène, auquel le peuple a donné le nom de « serpent d'eau » a été étudié d'une façon très complète par M. Colladon. La profondeur moyenne de la veine horizontale était d'environ 50 cen-

nètres. En essayant d'interrompre la veine à l'aide une pelle parfaitement plane et triangulaire, à long anche, la veine cessait d'être continue, dès que la rtie qui la frappait dépassait trois ou quatre centi- ètres. Un manomètre monté sur des tubes à gaz ngs de 5 mètres montait brusquement par une aspi- tion de 30 à 40 centimètres d'eau, dès que le tube énétrait dans la partie centrale de la veine. En vou- nt déterminer la longueur maxima que peut atteindre barrage, on a pu se convaincre que le phénomène produit assez facilement à 12 m., 75 et même à 5 m., 08, mais qu'au delà de cette distance, à 17 m., 42, est-à-dire en abaissant 15 rideaux continus, il se pro- uit deux tronçons qui ne se rejoignent plus et le phé- omène même ne dure qu'un instant. M. Colladon nsiste sur le fait que ce tube d'air parfaitement cylin- rique de 1.500 centimètres de longueur horizontale tait formé par deux tourbillons horizontaux qui tous eux avaient leurs bouches à un niveau inférieur, dans a partie ouverte par laquelle l'eau s'écoulait.

4. — Les recherches de Stahl (1883) ont montré qu'il y une différence notable entre les feuilles des végétaux xposées à la lumière et celles qui se trouvent à ombre. Il était intéressant de savoir si l'influence du climat et de l'altitude se fait également sentir dans la tructure intime des feuilles, M. Leist [1] a donc étudié comparativement la structure microscopique des euilles d'une trentaine d'espèces de la plaine et des mêmes plantes croissant dans les montagnes. Les re- herches portent sur des plantes de familles différen- tes, des arbres, des buissons, des herbes, des plantes cultivées, mais toujours sur des feuilles dont le pa- renchyme se divise en deux parties : parenchyme en palissade et parenchyme lacuneux. Les feuilles al- pines sont en premier lieu moins épaisses que les feuilles de la plaine. Les plantes à feuilles épaisses et charnues sont, il est vrai, plus fréquentes sur les Alpes, mais chez la même plante les feuilles devien- nent moins épaisses, à mesure que croît l'altitude. En même temps la surface des feuilles augmente en général. Dans la structure microscopique de la feuille on distingue deux cas : 1° le nombre des couches de cellules du parenchyme en palissade ne varie pas, mais les cellules mêmes sont plus courtes et plus larges chez les plantes alpines ; 2° le nombre de ces couches diminue. Des feuilles ayant des palissades dans la plaine peuvent les perdre sur les hauteurs (*Soldanella alpina et pusilla.*), des feuilles isolatérales peuvent devenir bifaciales La structure des feuilles devient plus lâche, le nombre et le volume des la- cunes augmente. Les caractères des feuilles alpines poussant en plein soleil sont donc les mêmes que ceux des feuilles poussant à l'ombre dans la plaine, tels que les a décrits Stahl. Des plantes croissant à de très grandes hauteurs (plus de 2000 mètres) présentent, il est vrai, des feuilles diminuées de volume, mais on a affaire dans ce cas à un phénomène d'étiolement.

Comme caractère distinguant les feuilles alpines des feuilles poussées à l'ombre dans la plaine, il faut noter l'épaississement de la cuticule. Ces caractères dis- tinctifs des feuilles alpines se développent même chez des plantes annuelles et dépendent par conséquent d'influences directes.

Par des expériences sur des plantes tenues sous cloche ou non, à la lumière ou à l'ombre, M. Leist a pu se convaincre que la structure des feuilles alpines est due à l'humidité plus grande de l'air et du sol sur les hauteurs, accroissement d'humidité mis hors de doute par les observations météorologiques.

Cette hypothèse est confirmée par le fait que des plantes poussant sur la moraine du glacier du Stein et du Steinlimmi présentent des caractères intermé- diaires : les glaciers exercent en effet une action des- séchante sur l'air.

Dr H. Cristiani.

[1] Travail communiqué à la *Naturforschendi Gesellschaft* à Bern. 1890.

CHRONIQUE

LA CHIMIE A L'ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Au dernier Congrès de l'Association britannique, tenu en 1890, les communications sur la chimie ont été particulièrement nombreuses et intéressantes. Nous nous bornerons à signaler les plus importantes :

Dr J. H. Gladstone et G. Gladstone : Sur la réfraction et la dispersion de la benzine fluorée et des composés analogues. Le fluor se comporte tout différemment du chlore, du brome ou de l'iode. Il réfracte à peine les rayons lumineux et possède la propriété de détruire la dispersion produite par les autres substances.

MM. Bailey et Kead ont étudié l'action des hautes températures sur les oxydes métalliques. Les recher- ches sur l'oxyde de cuivre avaient été déjà présentées à la Société chimique de Londres. Ces savants ont opéré depuis sur plusieurs autres oxydes. A une température élevée, dans une atmosphère oxydante, V^2O^5 se trans- forme en V^2O^3; MoO^3 perd de l'oxygène et se transforme en l'oxyde bleu de molybdène, SnO^2 perd une faible partie de son poids ; Bi^2O^3, PbO, WO^3 restent inaltérés.

Le docteur Bailey a lu un mémoire sur le spectre des sels haloïdes de didyme.

Le professeur Armstrong a présenté le cinquième rap- port du comité sur les dérivés isomériques de la naph- taline. Bien que 13 dichloronaphtalines aient été décrites, il n'en existe que 10 et sur 14 dérivés trisubs- titués possibles, 13 ont été obtenus.

M. J. H. Vant'Hoff : Sur l'influence de la chaleur sur le chlorure cupropotassique et ses dissolutions saturées. Les cristaux bleus $CuCl^2$, 2KCl, $2H^2O$ chauffés à 100° changent de couleur. Cela tient à la formation d'un sel brun $CuCl^2$, KCl d'après l'équation :

$$CuCl^2, 2KCl, 2H^2O = CuCl^2.KCl + KCl + 2H^2O.$$

Le même composé peut être obtenu à température plus basse en chauffant le sel double bleu avec du chlorure cuivrique. On a alors la réaction

$$CuCl^2, 2KCl, 2H^2O + CuCl^2, 2H^2O = 2(CuCl^2, KCl) + 4H^2O.$$

Les deux transformations sont réversibles. Les tem- pératures de transformation, 93° et 56°, ont été déter- minées par l'étude de variations de volume. Ces deux températures sont situées au point de rencontre de trois courbes de solubilité dans chaque cas, savoir :

A 56° la courbe du système $CuCl^2$, 2KCl, $2H^2O$: $CuCl^2$, $2H^2O$
Celle du système $CuCl^2$, 2KCl, $2H^2O$: $CuCl^2$, KCl
Celle du système $CuCl^2$, KCl : $CuCl^2$, $2H^2O$.

A 93° la courbe du système $CuCl^2$, 2KCl, $2H^2O$: KCl
Celle du système $CuCl^2$, 2KCl, $2H^2O$: $CuCl^2$, KCl
Celle du système $CuCl^2$, KCl : KCl.

Enfin, ces températures sont caractérisées par l'inter- section de 4 courbes de tensions de vapeur, savoir :

A 56° les courbes des trois systèmes cités et de plus celle du mélange sec de sel double bleu et de chlorure de cuivre.

A 93° les courbes des trois systèmes cités et celle du mélange sec du sel double bleu et de chlorure de po- tassium.

Le Dr Richardson a lu le rapport du comité chargé d'étudier l'action de la lumière sur les hydracides et les halogènes en présence de l'oxygène. Il a trouvé que la présence de 10 % d'acide chlorhydrique empêche l'alté- ration de l'eau de chlore au soleil. De nombreuses

expériences, non encore terminées, ont été faites sur l'altération au soleil de solutions aqueuses de brome et d'iode.

MM. Liveing et Dewar : Expériences sur l'explosion de mélanges gazeux sous de fortes pressions. L'éclat de la flamme augmente constamment avec la pression. Quand l'hydrogène fait explosion avec un excès d'oxygène, les petites quantités d'azote contenues comme impuretés dans les gaz, sont transformées en acide azotique et bioxyde d'azote. Avec un excès d'hydrogène il se forme de l'ammoniaque.

MM. Dixon et Harker : Sur l'explosion du mélange d'hydrogène et de chlore à l'état sec et humide. La vapeur d'eau ne semble pas intervenir.

Le docteur Turpin a lu un mémoire sur la combustion des mélanges gazeux explosifs. La méthode employée a été celle de MM. Mallard et Le Châtelier [1]. Elle a été appliquée aux mélanges de vapeurs de sulfure de carbone avec l'oxygène et divers autres gaz. M. Turpin trouve dans certains cas une discontinuité entre la combustion lente et l'explosion ; dans d'autres cas il y a entre les deux phénomènes une gradation complète.

Le rapport du comité sur les propriétés des solutions a été lu par le docteur Nicol. On a complété les expériences sur la solubilité d'un sel dans une solution d'un autre sel. En général la solubilité est moindre que dans l'eau.

Le professeur Pickering a soulevé une discussion sur la nature de la dissolution et ses relations avec la pression osmotique. Il compare les deux théories en présence, la théorie de l'hydratation et la théorie physique réunie actuellement à celle de la pression osmotique et conclut à la supériorité de la première. Ses conclusions sont contestées par MM. Fitzgerald, Ostwald, et Lodge.

MM. Green, Cross et Bevan ont décrit une méthode de teinture et d'impression photographique. Le composé diazoïque de la primuline est décomposé par la lumière et perd alors la propriété de se combiner avec les phénols et les amines en produisant des matières colorantes. Une étoffe imprégnée de ce corps est exposée à la lumière sous un cliché, et le dessin est développé ensuite au moyen d'un phénol ou d'une amine.

Le professeur Thorpe a démontré que les effets physiologiques ordinairement attribués au phosphore sont dus en réalité à l'oxyde phosphoreux.

M. Meldola a attribué aux composés diazo-amidés la formule suivante :

$$\begin{array}{l} X-Az-Az-AzR'-Y \\ \quad\quad\;\; | \quad\quad\;\; | \\ Y-Az-Az-AzR'-X \end{array}$$

et les a considérés comme des dérivés de la tétramine hypothétique :

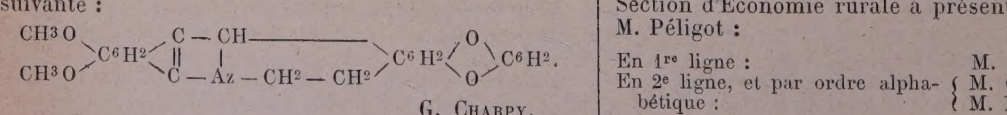
$$\begin{array}{l} H-Az-Az-H \\ \quad\;\; | \quad\;\; | \\ H-Az-Az-H \end{array}$$

M. Bothamley a montré que l'équation généralement adoptée pour représenter l'action du trichlorure de phosphore sur les acides organiques et l'eau est incorrecte ; il lui substitue la suivante :

$$3\,CH^3-CO^2H+2\,P\,Cl^3=3\,CH^3-CO\,Cl+P^2O^3+3\,HCl$$

Quand on prend un acide de poids moléculaire élevé, la réaction devient beaucoup plus complexe.

Les recherches de M. Perkin Junior sur la berbérine l'ont conduit à admettre pour cet alcaloïde la formule suivante :



G. Charpy.

[1] Travaux de la commission du grisou. (Température d'inflammation). *Revue du 15 septembre* 1890, p. 540.

SUR UN PROCÉDÉ D'OBTENTION DES MICROPHOTOGRAPHIES DESTINÉES A LA PROJECTION

Les images positives photographiques utilisées jusqu'ici pour la projection manquent de transparence et ne reproduisent pas les couleurs de la préparation qui a servi à les obtenir.

MM. A. et L. Lumière, fabricants de plaques photographiques à Lyon, ont obtenu des photographies présentant la double coloration, en combinant les procédés photographiques avec les méthodes de coloration des préparations microscopiques. Ils impriment l'image par le procédé au charbon sur un papier renfermant peu de matière colorante et l'immergent au préalable, afin de le sensibiliser, dans une solution dont la température doit être de + 15° et qui se compose de :

Eau	650
Bichromate de potasse	25
Alcool	250

Après 5 minutes d'immersion, le papier est séché dans l'obscurité, puis exposé à la lumière sous le châssis-presse pendant un certain temps. L'image est alors développée d'après les méthodes connues ; après avoir reporté la mixtion colorée sur un verre douci, on la dépouille ; on lave l'épreuve à l'eau froide, puis on l'immerge 10 minutes dans l'alcool et on la laisse sécher. L'image obtenue doit être faible, elle sera même parfois peu visible.

Pour la colorer on prépare des solutions aqueuses des couleurs employées en micrographie telles que le *violet et le bleu de méthyle, le violet de gentiane, le bleu coton, le rouge de Magenta, le nacarat, la safranine diméthylée, le vert malachite, etc.*

La concentration varie entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{500}$ suivant la solubilité et le pouvoir colorant. On peut aussi employer une quantité d'alcool très faible pour dissoudre la substance et l'étendre ensuite avec de l'eau.

On verse la solution colorée sur l'image jusqu'à ce que la coloration soit bien nette ; s'il y a excès, on lave à l'eau et à l'alcool si l'action de l'eau est insuffisante, et on ramène la teinte au point voulu.

Pour obtenir la double coloration, on verse d'abord sur l'image une teinture rouge intense, mais qui puisse se décolorer partiellement par le lavage (1). Quand la coloration est bien nette on lave pour décolorer jusqu'à ce que le fond commence à perdre sa teinte ; on traite alors de nouveau par la teinture qui doit colorer le fond. Pour cela on emploie une solution faible de bleu coton. On fait disparaître le grain du verre dépoli en vernissant l'image avec :

Benzine	300
Gomme Dammar	5

que l'on applique à froid à la manière du collodion. On peut prendre un verre poli, mais il y a à craindre des décollements de l'image.

Les clichés ainsi obtenus présentent une netteté de contours et de coloration remarquable et donnent par la projection une idée absolument exacte des préparations qu'ils représentent.

MM. A. et L. Lumière ont donc ainsi réalisé un grand progrès dans les photomicrographies pour projections.

C. Naud.

A la dernière séance de l'Académie des Sciences, la Section d'Economie rurale a présenté pour succéder à M. Péligot :

En 1re ligne :	M. Aimé Girard.
En 2e ligne, et par ordre alphabétique :	M. Chambrelent.
	M. Muntz.

L'élection aura lieu lundi prochain.

(1) La solution à $\frac{1}{100}$ de rouge de Magenta est dans ce cas.

Le Gérant : Octave Doin.

Paris.— Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.